

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

ZUZANA MASARIKOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R004 Technologie a řízení oděvní výroby (TŘOV-OV)

**METODY HODNOCENÍ SPLÝVAVOSTI A
TUHOSTI ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ**
**METHODS EVALUATION DRAPEABILITY AND
STIFFNESS TEXTILE MATERIALS**

Zuzana Masariková

KOD/2012/06/27/BS

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zuzana Fléglová

Rozsah práce:

Počet stran textu... 76

Počet obrázků..... 15

Počet tabulek..... 26

Počet grafů 22

Počet stran příloh . 18

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 9. 5. 2012

.....
Podpis

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

+ další strana prodlužování

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Zuzaně Fléglové za vstřícné vycházení při konzultacích této bakalářské práce.

Dále poděkování patří všem, kteří při realizaci této práce byli semnou a tím mě podpořili.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na porovnání měření vlastností v navrženém experimentu pěti měření, splývavosti a tuhosti na oděvních materiálech. Konkrétně byly zvoleny oděvní materiály používané zejména na šatovky. V teoretické části práce, jsou nastíněny základní parametry oděvních materiálů, které mohou vybrané posuzované vlastnosti tkanin ovlivňovat. Rozdělení užitečných vlastností oděvních materiálů. Řešení na dostupné metodiky měření. V experimentální části je charakteristika konkrétního zvoleného souboru oděvních materiálů. Popis metodik zvolených pro experiment. Vyhodnocení naměřených dat jednotlivých metodik pomocí základní statistiky. V druhé polovině experimentální části práce se nachází výsledné porovnání závislostí metodik na sobě a mezi sebou. Závěrem bude možno říci, na základě výsledných hodnot jednotlivých vlastností, zda pomocí zvolených metodik měření, dokážeme tvrzení, že splývavost je opakem tuhosti, potvrdit či nikoliv.

KLÍČOVÁ SLOVA: splývavost, tuhost, oděvní materiál, metodiky měření, závislosti vlastností

ANNOTATION

This bachelor work is focused on comparing the measurements of the properties in the proposed experiment, a five measurements, drapeability and stiffness of the textile materials. Specifically, were selected clothing materials used primarily for dress materials. In the theoretical part of the work, outlined the basic parameters of textile materials selected can influence the consideration of the fabric. Distribution of utility properties of clothing materials. Research of the available methods of measurement. In the experimental part is characteristics of the selected clothing materials. Description of the methodology chosen for the experiment. Evaluation of measurement data using different methodologies basic statistics. In the second half of the experimental work is comparing the resulting dependence the methods on each other and among themselves. Finally, it will be possible to say based on the resulting values of each property, whether by using a selection of measurement methods, we can claim that the drapeability is the opposite of stiffness, to this confirm or not.

KEY WORDS: drapeability, stiffness, clothing materials, methods of measurement, properties depending

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

viz	odkaz na jinou stránku, vidět	
tj.	to jest	
cca	cirka, přibližně	
mtr.	oděvní materiál	
č. mtr.	číslo materiálu (proměřovaného)	
mm	milimetr-délková jednotka	
kg	kilogram-základní jednotka hmotnosti	
g	gram-jednotka hmotnosti	
m	metr-základní délková jednotka	
%	procenta-vyjadřují část celku	
mm ²	milimetr čtvereční-délková jednotka plochy	
cm ²	centimetr čtvereční – délková jednotka plochy	
[°C]	stupeň celsia-jednotka teploty	
[°]	stupeň-úhlová míra	
PL	polyester	
CO	bavlna	
LI	len	
WO	vlna	
CV	viskóza	
π	Ludolfovo číslo (pí)	[3,14]
ks,DC _w	koeficient splývavosti	[1]
A	plocha průmětu (stínu)splývavé textilie (u výpočtu koeficientu splývavosti)	[m ²]
R ₁	poloměr vystřiženého původního vzorku	[m]
R ₂	poloměr podpěrné čelisti	[m]
S _{p, x}	splývavost textilie	[%]
S	plocha měřeného kruhového vzorku	[mm ²]
\bar{S}_p	plocha průmětu	[mm ²]
S _m	plocha mezikruží (rozdíl mezi plochou zkoušeného kruhu a kruhové podložky)	[mm ²]
tex	jednotka délkové hmotnosti (jemnosti)	
T _o	jemnost osnovy	[tex]
T _ú	jemnost útku	[tex]
D _o	dostava osnovy	[nitě/100mm]
D _ú	dostava útku	[nitě/100mm]
M _p	plošná hmotnost	[g.m ²]
h	tloušťka materiálu	[mm], [m]
H	výška splývajících záhybů proužku	[mm]
DA	Drape Angle – splývavý úhel	[°]
S _s	součinitel splývavosti	[-]
B	tuhost v ohybu	[Nm ²]
I	moment setrvačnosti	[m ⁴]
E	Youngův modul pružnosti	[Nm ⁻²]
b	pracovní šířka vzorku	[m], [cm]
Tos	tuhost v ohybu podle Sommera	[kg.m]
ρ_s, M_p	plošná hmotnost	[kg.m ⁻²]
c	ohybová délka	[m]

l	délka proužku textilie	[m]
q	měrná tíha	[Nm ⁻¹]
w_1	hmotnost kruhu papíru	[kg]
w_2	hmotnost vystřiženého průmětu textilie z papíru	[kg]
l_0	délka smyčky (Pierce – srdcovka)	[m]
ϑ	výpočtová veličina	[-]
ρ	poloměr křivosti	[m]
Θ	úhel (theta) u metody podle Sommera	[°]
G, g	tíha proužku textilie	[N]
ρ_1	délková měrná hmotnost	[kg.m ⁻¹]
$M_0, M(x)$	ohybový moment	[Nm]
F	hodnota naměřené síly	[N]
T_{0F}	ohybová tuhost	[Nm ²]
g	gravitační zrychlení	[9,81 m.s ⁻¹]

Obsah

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1	ZÁKLADNÍ PARAMETRY ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ	11
2.1.1	Tkaniny.....	11
2.2	UŽITNÉ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ	12
2.3	HODNOCENÉ VLASTNOSTI ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ	14
2.3.1	Splývavost	14
2.3.2	Tuhost.....	22
2.3.3	Metody hodnocení tuhosti v ohybu	24
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	31
3.1	SOUBOR POSUZOVANÝCH ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ A JEJICH CHARAKTERISTIKA	32
3.2	ZVOLENÉ METODIKY PRO HODNOCENÍ SPLÝVAVOSTI A TUHOSTI V OHYBU	33
3.2.1	Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem ČSN 80 0835	34
3.2.2	Zjišťování splývavosti pomocí obrazové analýzy (software Lucia G).....	39
3.2.3	Metodika zjišťování splývavosti tkanin ohybem přes ostrý roh.....	44
3.2.4	Metodika zjišťování ohybové tuhosti pomocí Flexometru FF-20.....	47
3.2.5	Metodika zjišťování ohybové tuhosti pomocí přístroje TH-7	54
3.3	VÝSLEDNÉ POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH METODIK POMOCÍ REGRESNÍCH KŘIVEK.....	60
3.3.1	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G.....	61
3.3.2	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou zjišťování splývavosti ohybem přes ostrý roh	62
3.3.3	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou hodnocení ohybové tuhosti pomocí Flexometru FF-20	63
3.3.4	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou hodnocení ohybové tuhosti na přístroji TH 7.....	64
3.3.5	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G s metodikou hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh.....	65
3.3.6	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G s metodikou hodnocení ohybové tuhosti pomocí flexometru FF-20.....	65
3.3.7	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G s metodikou hodnocení ohybové tuhosti zjišťované pomocí přístroje TH 7	66
3.3.8	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh s metodikou hodnocení ohybové tuhosti pomocí Flexometru FF-20.....	67
3.3.9	Srovnání metodiky hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh s metodikou hodnocení ohybové tuhosti zjišťované pomocí přístroje TH 7	67
3.3.10	Srovnání metodiky hodnocení ohybové tuhosti měřené pomocí Flexometru FF-20 s metodikou hodnocení ohybové tuhosti zjišťované pomocí přístroje TH 7	68
4	ZÁVĚR.....	69
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:	71
	PŘÍLOHY	1

1 Úvod

Na začátek pár slov k tomu, proč právě zvolené téma hodnocení splývavosti a tuhosti oděvních materiálů. Dle mého názoru jde o velmi podstatné vlastnosti oděvních materiálů, které spotřebiteli zaručí jak estetické tak komfortní vnímání konečného vzhledu dle způsobu použití.

Splývavost patří do estetických vlastností textilií, která je žádoucí například u ubrusovin, závěsových materiálů, přehozů přes postele ale také u šatů, sukní a všech oděvů vyžadujících splývavost (splynutí) s povrchem lidského těla.

Opakem této vlastnosti je tuhost, která je žádoucí například u pánských obleků, výrobků, které mají držet svůj tvar po celou dobu užívání.

Při výběru materiálu je třeba zohlednit stupeň, hodnotu ať už splývavosti či tuhosti v ohybu tak, aby splňoval výsledné požadavky na oděvní výrobek. Konkrétně tyto dvě vlastnosti lze dle mého názoru posuzovat při běžném pořizování oděvních materiálů pouze subjektivně. Například tím, že si oděvní materiál necháme volně splývat přes hřbet ruky nebo jej uchopíme mezi prsty a tím se nám vytvoří poddajnost materiálu v zavěšení, což je velmi důležité konkrétně u bytových textilií. Na základě tohoto subjektivního posouzení už můžeme jasně vnímat materiál jako lehký, dobře splývavý nebo naopak nepoddajný, tuhý.

Mě spíše zajímalo, zda bude moje subjektivní vnímání konkrétních vybraných materiálů, odpovídat objektivním výsledkům měření z navrženého experimentu. Ten se skládá ze souboru pěti měření daných vlastností pro následné posouzení závislostí mezi sebou a na sobě. Měření budu provádět na souboru deseti materiálů (šatovek) ve stejné – plátňové vazbě.

Cílem této bakalářské práce by mělo být na základě výsledků z měření, následné porovnání zvolených metodik. Dále posouzení náročnosti provedení měření, časová náročnost, spotřeba materiálu pro vybrané metodiky. V další části vyhodnocení metodik bude z grafů viditelná závislost metodik hodnocení obou vlastností mezi sebou. Pomocí korelačního koeficientu vyjádříme hodnotu závislosti. Podle těchto zjištěných závislostí by mělo být potvrzeno tvrzení, že splývavost je opakem tuhosti, popř. zdůvodnit proč jsem se zvolenými metodikami tomuto tvrzení nepřiblížila.

2 Teoretická část

V následující části této bakalářské se nachází stručná charakteristika základních parametrů oděvních materiálů, konkrétně tkanin. Rozdělení a popis užitečných vlastností materiálů, do kterých se hodnocené vlastnosti, splývavost a tuhost v ohybu řadí.

Další část práce charakterizuje pojmy posuzovaných vlastností, splývavost a tuhost oděvních materiálů. V rešeršní části se nachází popisy principů dostupných, dohledaných metodik na hodnocení těchto dvou vlastností, doplněné o vzorce pro jejich výpočet popř. o schéma zařízení.

2.1 Základní parametry oděvních materiálů

2.1.1 Tkaniny

Plošné textilie, vyrobené nejméně ze dvou či více soustav nití, osnovy a útku, které se vzájemně kříží a provazují v pravém úhlu. Osnovní nitě lze charakterizovat jako nitě položené rovnoměrně po délce tkaniny (podélný směr). Útkové jsou charakteristické svým položením pod a nad osnovními nitěmi přes šíři tkaniny (příčný směr). Tímto vzájemným provázáním vzniká vazba a vzor tkanin. [1]

Za důležité základní parametry jsou pokládány:

- materiálové složení
- plošná hmotnost
- jemnost
- dostava
- vazba

Materiálové složení – používají se buď přírodní, nebo syntetické materiály na výrobu přízí, ze kterých jsou následně vyráběny textilie. Dle použitých surovin se dělí do 4 skupin (bavlnářské, hedvábnické, vlnářské a lnářské). Vyjadřuje se procentuálním zastoupením jednotlivých materiálů.

Plošná hmotnost M_p [g/m^2]

- odpovídá hmotnosti 1m^2 tkaniny v ($T=20^\circ\text{C}$, $\varphi=65\%$) klimatizovaném prostředí. Stanovení tohoto parametru spočívá ve zvážení definovaného rozměru plochy ($100\times 100\text{mm}$) a dosazením do vztahu

$$M_p = \frac{m[\text{kg}]}{S[\text{m}^2]} \quad (1)$$

kde

m hmotnost vzorku [kg]

S plocha vzorku [m^2]

Jemnost – vyjadřuje vztah mezi hmotnostmi a délkou. Základní jednotkou, ve které se uvádí [tex]. Jemnost 1 tex znamená, že délka 1 km délkové textilie má hmotnost 1g.

Dostava – rozumí se tím počet nití jednoho směru na délku 10 mm druhého směru. Zjišťuje se přímo počítáním nebo postupným vyparáním nití ze vzorku $100 \times 100 \text{ mm}$, jak dostava útku D_u tak dostava osnovy D_o .

Vazba – způsob vzájemného provázání osnovních a útkových nití. Dle tohoto způsobu se rozdělují na vazby tkanin (základní (plátnová, keprová, atlasová), odvozené (panama, podélný a příčný ryps, zesílený kepr), perlinkové, složené vazební techniky).

[2] [3] [19]

2.2 Užité vlastnosti materiálů

Rozumíme tím vlastnosti žádané ze strany spotřebitele, tudíž aby textilie a výrobky z nich vyrobené plnily všechny požadované funkce. Tyto vlastnosti člověk, spotřebitel uplatňuje během užívání oděvů.

Obecně se dělí:

- trvanlivost a možnost údržby
- reprezentativní (estetické) vlastnosti
- oděvní komfort
- speciální vlastnosti

Trvanlivost a možnost údržby – schopnost odolávat opotřebení, poškození během nošení a údržby, kdy dochází u výrobků k ohýbání, stlačování, odírání, otírání se o jiné vrstvy ošacení popř. předměty, bývají vystaveny světlu, teplu a potu. Postupným opotřebením textilie ztrácí tvar, vybarvení a struktura uvolňuje jednotlivá vlákna a tím dochází k jejich ztenčování – nízká odolnost v dalším opotřebení, zhoršení estetických vlastností. Možnost údržby vnímáme jako nezbytnou podmínku uplatnění textilií pro další využití, zahrnuje praní, sušení, žehlení a chemické čištění. Trvanlivost a možnost údržby se posuzují pomocí laboratorních zkoušek. Například jde o zjišťování pevnosti v tahu textilií i švů, tažnosti, pružnosti, stálobarevnosti, odolnosti v oděru, tvarové změny při praní, žehlení, chemickém čištění, odolnost proti žmolkování aj. Většinou se jedná o zkoušky prováděné dle konkrétních norem.

Reprezentativní (estetické) vlastnosti – nejčastěji určovány módou a ovlivňují vzhled oděvů, jsou dány druhem oděvního materiálu, materiálovým složením, vazbou a finální úpravou. Také jsou posuzovány na základě laboratorních zkoušek. Do skupiny vlastností patří i mnou posuzované, splývavost x tuhost. Dalšími jsou stálobarevnosti (světlo, pot, otěr), lesk x mat, mačkavost, žmolkovitost, zátrhovost.

Oděvní komfort – jedná se o hygieničnost oděvu a oděvní komfort (je to vnímání všech vlastností materiálu spotřebitelem při nošení oděvu). Člení se do tří podskupin komfortu.

Senzorický komfort, pod který spadá hodnocení omaku textilie, čímž rozumíme soubor organoleptických charakteristik, které ovlivňují pocity člověka při kontaktu textilie – pokožka.

Psychologický komfort, kterým v podstatě můžeme vyjádřit svou individualitu, vliv kultury, vyznání, zvyky, sociální zařazení ve společnosti. Můžeme pomocí něj vnímat aktuální módní trendy.

Největší význam pro posuzování této skupiny užitných vlastností má fyziologický komfort, který zahrnuje tyto vlastnosti, které se dají posuzovat na základě laboratorních měření. Konkrétně jde o prodyšnost, savost, nasákavost, vysýchavost,

smáčivost, propustnost vodních par, tepelně izolační vlastnosti oděvních materiálů, výrobků

Speciální vlastnosti – jedná se o speciální požadavky pro určité druhy oděvů (uniformy pro hasiče, do chemických laboratoří, pro sportovce apod.). Do této skupiny posuzovaných vlastností pomocí laboratorních zařízení řadíme. Nepromokavost, nehořlavost, nepropustnost pro prach, chemikálie, antibakteriální úpravy, antistatické vlastnosti, odolnost proti žáru, postřiku taveninou, možnosti sterilizace, dekontaminace, retroreflexní vlastnosti. [4]

2.3 Hodnocené vlastnosti oděvních materiálů

2.3.1 Splývavost

Tento pojem dostupná literatura vysvětluje vícero níže uvedenými slovními definicemi. Jedna uvádí, že je definována jako schopnost plošné textilie vytvářet prostorové deformace ve tvaru záhybů zaobleného tvaru. [3]

V ČSN 80 0835 s názvem Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem, která již není platná, ale protože doposud nebyla v účinnost vydaná žádná jiná, využívá se pro vnitřní účely pro měření dle jejího stanovení. Definice splývavosti zde je definována souhrnem vlastností, jako ohýbatelnost, vláčnost a poddajnost oděvního materiálu. Vyjádřenou poměrem rozdílů mezi plochou zkoušených vzorků a průměrnou plochou průmětu zkoušených vzorků k ploše mezikruží (plocha způsobila ke splývání). Koeficient splývavosti k_s se stanoví podle vztahu (2a) pro jeho výpočet a výsledkem je číselná hodnota.

$$k_s = \frac{\pi \cdot R_1^2 - A}{\pi \cdot R_1^2 - \pi \cdot R_2^2} \cdot 10^2 \quad [-] \quad (2a)$$

kde

- | | |
|-------|---|
| R_1 | poloměr vystřiženého původního vzorku [m] |
| R_2 | poloměr podpěrné čelisti [m] |
| A | plocha průmětu splývajícího pracovního vzorku [m ²] |

Získané hodnoty dle vztahu (2b) se uvádějí v %, což nám označuje procento splývavosti. [5]

Můžeme ji vnímat, jako schopnost plošné textilie zavěšené v prostoru, vytvářet esteticky působící záhyby. Vysvětlit si tento přirozený jev textilií, můžeme logicky vlivem působení gravitační síly na jednotlivé převisy přes předměty nebo při svěsu textilií a to zejména u závěsových textilií.

Jedná se o vlastnost, která se řadí mezi mechanické vlastnosti textilií, čímž během mechanického namáhání v závislosti na velikosti zatížení, rychlosti namáhání a době trvání dochází ke změně tvaru, již zmiňované deformaci.

Vlastnost je nejvíce požadována u závěsových materiálů, záclon, ubrusů ale i oděvů, zejména šatovek. [6] [20]

2.3.1.1 Metody hodnocení splývavosti

Hodnocení se dělí dle charakteru použitých pracovních vzorků. První kategorií metodik je měření prováděné na kruhových vzorcích o větších rozměrech. Výsledné hodnoty naměřené metodikami z první kategorie se většinou vyjadřují procentem splývavosti. Druhou kategorií zastupují metodiky, které nejsou tolik náročné na spotřebu materiálu, nesou označení nestandardní. Výsledky se nemusí vždy získat v procentech splývavosti, může být také hodnocen splývací úhel oděvního materiálu.

2.3.1.1.1 Měření na kruhových vzorcích (pragmatická integrální splývavost)

- Cusickovo zařízení drapometr
- dle normy ČSN 80 0835 *Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem*
- pomocí obrazové analýzy – s počítačovým softwarem Lucia G

2.3.1.1.2 Nestandardní metody určování splývavosti (diferenciální splývavosti)

- metoda skládaného pásu textilie dle L. Sodomky
- metoda ohybem přes ostrý roh – interní norma č. 23-202-01/01

Metoda hodnocení pomocí Cusickova drapametru

První zmínky o vzniku drapametru jsou již od roku 1950. Označení drapametr je převzaté z anglického jazyka, doslovně se nepřekládá. Principem jde o předchůdce níže popsaných metodik dle ČSN 80 0835 hodnocení splývavosti průmětem. Také se kruhové pracovní vzorky vyšších průměrů (240, 300 i 360mm), upínají mezi kruhové upínací desky. Koeficient splývavosti DC_w [%] dle Cusicka se stanovuje dle vztahu (2b).

$$DC_w = \frac{W_2}{W_1} * 10^2 \quad [\%] \quad (2b)$$

kde W_1 hmotnost kruhu papíru před měřením[g]

W_2 hmotnost vystřiženého průmětu textilie z papíru[g]

Jde o poměr jednotlivých hmotností papírů před a po měření. Nejprve se zváží papír ve tvaru kruhu, odpovídající velikostí kruhové desce, tím získáme W_1 [g]. Následně se zakreslí průmět splývavé plochy vzorku, ten se vystřihne a po zvážení získáme hodnotu W_2 . Konstrukčně se přístroje pořád vývojem zdokonalují například velikostí upínacích kruhových disků, různými průměry pracovních vzorků. Také konstrukčně se zdokonalují. [21]

Metodika dle ČSN 80 0835 *Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem*

Princip: - kruhový vzorek plošné textilie o průměru 300 mm se umístí na střed průsvitné kruhové desky, (lícem nahoru což si můžeme logicky přirovnat k umístění ubrusu na stůl) na kterou se dále připevní kruhová podložka menšího průměru 180 mm. Takto upnutý vzorek materiálu umístíme na stojan určený k měření splývavosti, v jehož spodní části se nachází světelný zdroj, který nám následně vytvoří průmět splývajícího materiálu. Tento výsledný tvar, zaznamenáme pomocí zakreslení obrysu splývajícího vzorku na průsvitný papír. Viz Obrázek 1. Zakreslenou plochu zplanimetrujeme pomocí planimetru Obrázek 2.

Metoda je časově náročnější, jak při zaznamenávání obrysu splývající plochy, tak následného zplanimetrování. Lze u ní polemizovat o případném vzniku nepřesností při zaznamenávání obrysu lidským faktorem. Její zařízení není nijak finančně náročné na pořízení. Při měření nedochází k destrukci měřeného vzorku, což lze považovat za výhodu.

Vzorec pro výpočet:

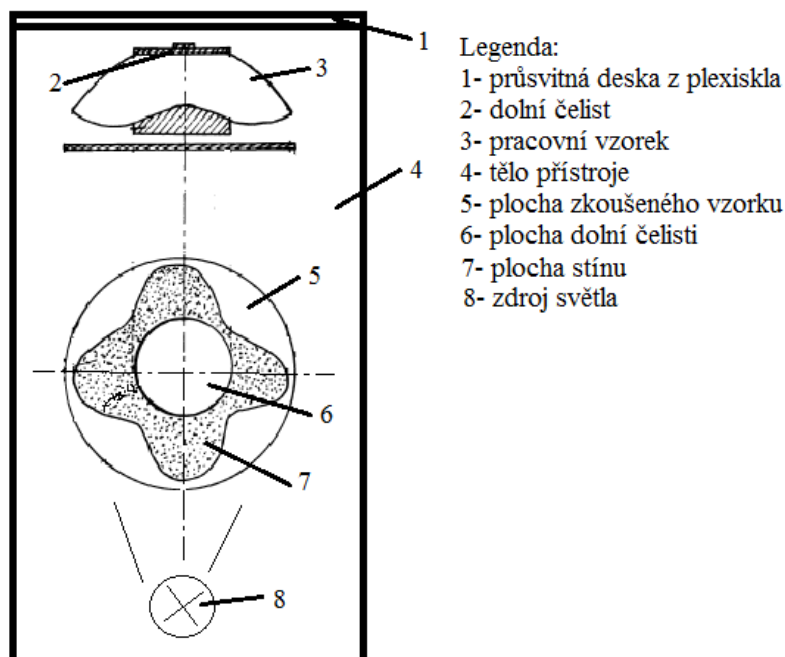
- splývavost (x) v [%]

$$x = \frac{S - \overline{S_p}}{S_m} * 100 \quad (2c)$$

kde S plocha měřeného kruhového vzorku [cm^2]
 $\overline{S_p}$ průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků [cm^2]
 S_m plocha mezikruží (tj. plocha vzorků způsobila ke splývání) [cm^2]

Rovněž lze splývavost hodnotit podle tabulky, která se nachází v příloze ČSN 80 0835. Kde není třeba dosazení naměřených hodnot do vzorce (2c), protože jde pouze o součet ploch průmětů v [cm^2], takto spočítaným hodnotám, zaokrouhleným zpravidla na jedno desetinné místo vždy odpovídá výsledná splývavost uváděná v [%].

Schéma zařízení:



Obrázek 1: Řez přístrojem na hodnocení splývavosti průmětem



Obrázek 2: Planimetr

[5][6]

Metodika pomocí obrazové analýzy – softwarem LUCIA

Princip: - ve své podstatě, jde o zdokonalenější způsob první metody zjišťování splývavosti průmětem, při využití umělého vytvoření splývajících záhybu opět přes kruhovou podložku o průměru 300 mm. Vzorek splývající plošné textilie je upnutý mezi dvě kruhové podložky, většího a menšího průměru, umístěn na zařízení a pomocí automatického ovládání přístroje je spuštěn do prostoru, následně tím vznikne stín (průmět) splývané textilie nasvícením od zdroje světla umístěném v dolní části zařízení. Princip spočívá v počítačovém vyhodnocení digitálního obrazu splývajícího průmětu plošné textilie sejmutého digitální kamerou, popř. fotoaparátem nebo scannerem. Se získaným obrazem, který je rozdělen na jednotlivé body (pixely) lze zpracovávat přímo ve formátu *.jpg., nebo jen program LUCIA převede na grafický soubor *.lim. Tato metodika se dá označit za finančně nákladnější, kvůli potřebnému výkonnějšímu počítačovému vybavení a snímací technice (kameře). Výhodou je časová nenáročnost při pořizování obrysu i následného zjištění hodnoty snímané plochy obrysu. Dále můžeme vyzvednout fakt, že metodu lze jednoduše opakovat, přizpůsobovat potřebám snímaného objektu a nedochází k destrukci měřeného vzorku plošné textilie. Viz Obrázek 3. [9] [22]

Vzorec pro výpočet:

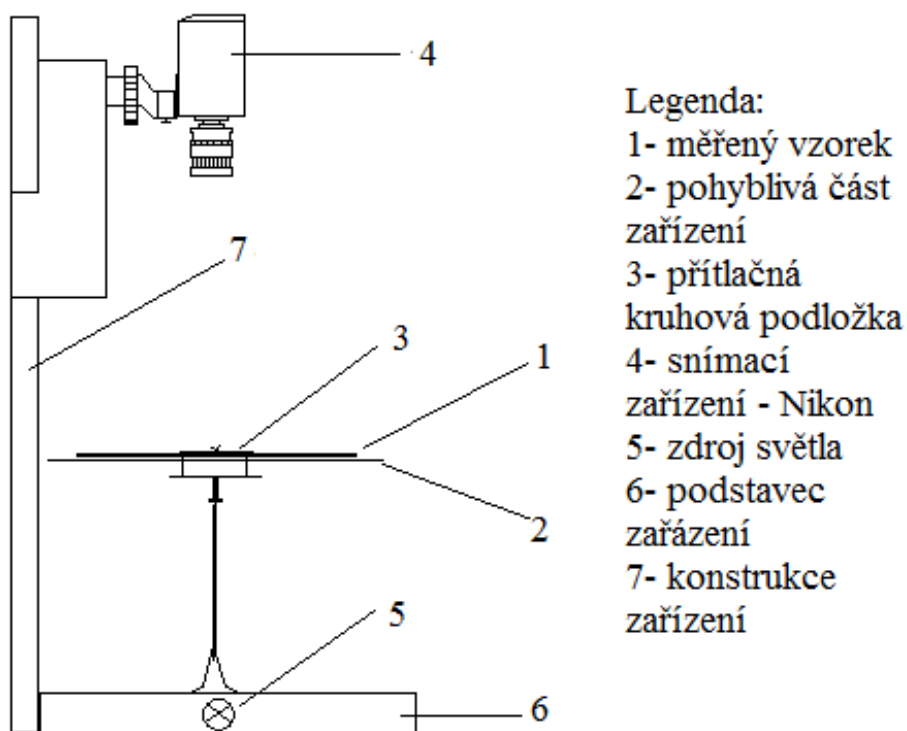
- pro zjištění hodnot splývající plochy se opět uplatní případy jako u první metodiky.

Dle vztahu (2c).

$$x = \frac{S - \overline{Sp}}{S_m} * 100 \quad [\%] \quad (2c)$$

kde S plocha měřeného kruhového vzorku [cm^2]
 \overline{Sp} průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků [cm^2]
 S_m plocha mezikruží (tj. plocha vzorků způsobila ke splývání) [cm^2]

Schéma zařízení:



Obrázek 3: Schéma zařízení pro obrazovou analýzu na KOD

Metoda skládaného pásku textilie dle L. Sodomky

Princip: - spočívá ve skládání proužku textilie o rozměrech 50 x 200 mm, který je spuštěn mezi desky, které jsou kolmo upevněny na podstavci zařízení. Jedna deska je pevná a druhá posuvná. Proužek se vlastní vahou složí a vytvoří námi požadovaný profil křivky a výšky jednotlivých splývavých záhybů. Viz Obrázek 4. Měření můžeme provést v různých směrech oděvních materiálů a tím pozorovat rozdílnost ve splývavosti. Viz. Obrázek 4a. Poté hodnoty zaneseme do polárního diagramu, kde můžeme jasně vidět, že splývavost je anizotropní vlastnost. Obrázek 4b.

Hodnoceným parametrem je výška H, do které měřený pracovní vzorek textilie skládáním klesne a po dosazení do vztahu (3) dostaneme součinitel splývavosti.

Vzorec pro výpočet:

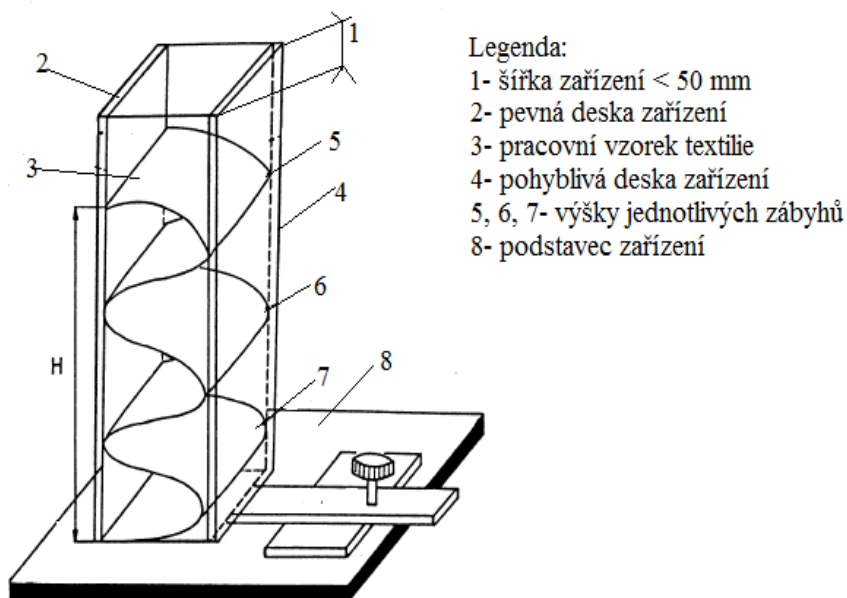
- součinitele splývavosti S_s [-]

$$S_s = 1 - \frac{H}{L} \quad [-] \quad (3)$$

kde H výška splývavých záhybů proužku [mm]

L délka pracovního vzorku (pásku textilie) [mm]

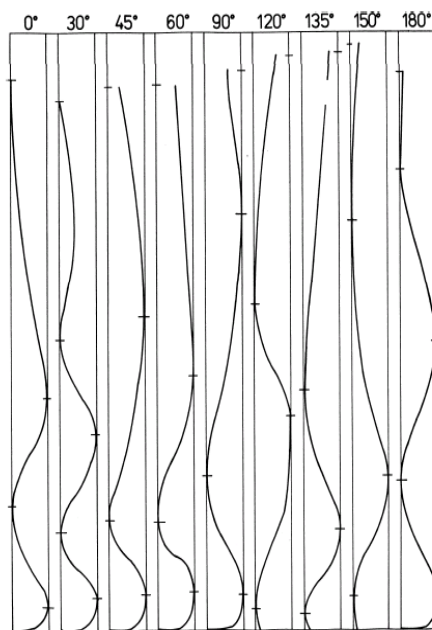
Schéma zařízení:



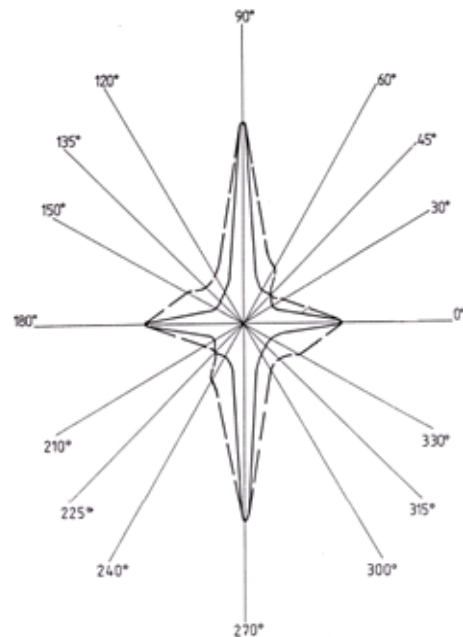
Obrázek 4:

Schéma zařízení k měření metodou skládaného pásku dle L. Sodomky

[7] [10] [11]



Obrázek 4a: Tvary křivek proužků textilie střižených pod různými úhly



Obrázek 4b: Zobrazení součinitele splývavosti v polárním diagramu

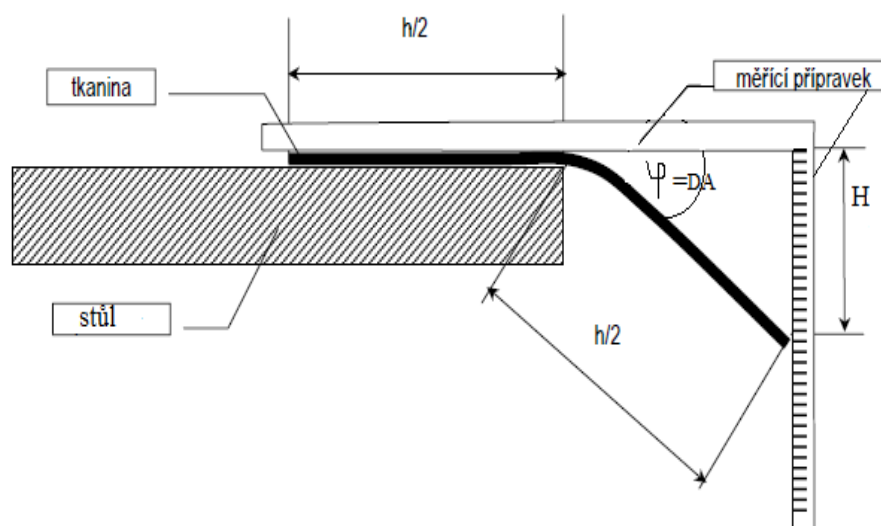
Metoda měření ohybem přes ostrý roh – interní norma č. 23-202-01/01

- jde o vnitřní normu vypracovanou v rámci Výzkumného centra Textil LN00B090

Princip: - metoda je založena na hodnocení splývavého úhlu měřeného vyžehleného vzorku o rozměrech $h=20 \times 20$ cm, který se položí na ostrý roh (90°) běžného hranatého stolu. Ohyb textilie vzniká v důsledku působení vlastní váhy textilie. Tím, že se metoda provádí na čtvercovém vzorku, ostrý roh vytvoří šikmou a rovnou hranu při umístění středu vzorku na roh stolu, tak aby směr osnovy nebo útku svíral 45° s obvodovými hranami stolu. Jde v podstatě o jednoduchou, rychlou, levnou a nenáročnou metodu měření, kterou můžeme provést za pomoci normovaného stolu, trojúhelníkového pravítka rozměrů (min. 400×110 mm) a klimatizovaných měřených vzorků textilií při standardních klimatických podmínkách. Vzorky pokládáme pouze lícem nahoru z důvodu, že rub textilie bývá častěji deformován do menšího poloměru. K výsledné hodnotě se dostaneme jednoduše, protože délka hrany převisu je 100 mm, takže hledaná délka odvěsny H v [mm] nám po vydělení setinou vyjádří přímo sinus

splývavého úhlu $\sin \varphi$ tedy DA. DA (Drape Angle) což je výsledkem měření. Měří se odklon šikmé, rovné hrany plošné textilie od roviny stolu. Hodnota DA, tj. číslo menší než 1 což se rovná $\sin \varphi$. Viz Obrázek 5.

Schéma zařízení:



Obrázek 5: Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh

[8]

2.3.2 Tuhost

Obecně se označuje tuhost R, odolnost plošné textilie vůči ohýbání. Schopnost materiálu reagovat momentem vnitřních sil soudržnosti proti namáhání momentem vnějších sil způsobujících deformaci. [12]

Tato schopnost plošné textilie může být v mé práci posuzována buď jako tuhost ve smyku nebo tuhost v ohybu. V této bakalářské práci je řešená závislost splývavosti na tuhosti v ohybu.

2.3.2.1 Tuhost ve smyku

Při zjišťování tuhosti ve smyku G se sledují třecí síly působící v rovině plochy, kde pak vyvolávají deformaci. Vzorky se proměřují jak po směru osnovy tak i útku. Měření můžeme realizovat na normovaném přístroji spadajícího do systému KES (Kawabata Evaluation System). Ten se skládá ze 4 přístrojů, které dokážou proměřit až 16 charakteristik plošných textilií v rozsahu

odpovídajícímu namáhání při běžném nošení. Přístroje jsou značeny KES FB 1 (tah, smyk), KES FB 2 (ohyb), KES FB 3 (tlak), KES FB 4 (povrch). Při zjišťování smykové síly, ze které si následně vyjádříme smykovou tuhost, sledujeme chování plošné textilie, na kterou působí. Pracovní vzorek je upnutý mezi dvě čelisti dlouhé 20 cm od sebe vzdálené 5 cm. Přední čelist je pevná, zadní se pohybuje rovnoběžně s osou bubnu v rozmezí $\pm 8^\circ$. Měření a vyhodnocování výsledků se provádí za pomoci počítačového softwaru.

[13] [23] [24]

2.3.2.2 *Tuhost v ohybu*

„Vlastnost plošné textilie chápána jako fyzikální veličina, popisující odpor textilie proti ohýbání vnějším zatížením, které je vyvoláno buď osamělou silou, nebo spojitým obtížením vyvolaným plošnou hmotností“ [6] (Kovačič, 2006, s. 46).

Odpor plošné textilie proti ohýbání, jak vlastní silou tak i při působení vnějších sil (třecí, statické a dynamické, které vznikají při ohýbání textilie mezi vlákny a přízemi).

Tato vlastnost se řadí také mezi mechanické vlastnosti plošných textilií, která následně může výrazně ovlivnit další vlastnosti plošných textilií splývavost, tvarovatelnost a omak. [6] [11]

Tuhost závisí také hodně na konstrukci textilie a jejich konečných úpravách. Je jedním z parametrů komfortu textilií. Spodní prádlo, splývající šaty například vyžadují minimální tuhost v ohybu, opakem můžou být textilie určené například na pánská saka, které naopak vyžadují vyšší tuhost pro zachování požadovaného tvaru, v prsní části, klopý sak apod.

V ČSN 80 0858 *Zkoušení tuhosti a pružnosti plošných textilií*, zní její definice obdobně, je charakterizována jako odolnost plošné textilie vůči ohýbání. „Schopnost materiálu reagovat momentem vnitřních sil soudržnosti proti namáhání momentem vnějších sil způsobujících deformaci. Vyjadřuje se jako ohybový moment (M_o) v $\text{mN}\cdot\text{cm}$. [12]

Další norma popisující měření tuhosti v ohybu a ohybovou délku je britská norma BS 3356 (Stiffness of cloth). Americká norma D1388 – 64 se zaměřuje na srdcovou smyčku dle Pierce a měření přepisem, kterým se zabývá ve své metodě Mevald a Fridrichová. Druhou americkou normou D 403282,

zabývající se principem měření maximální síly potřebné k protlačení vzorku skrz kruhový otvor. [13] [25]

2.3.3 Metody hodnocení tuhosti v ohybu

- metody lze rozdělit na dvě skupiny, jedná se o metody statické a dynamické.

2.3.3.1 Metody statické

- výpočet z tahového diagramu
- modifikovaná metoda podle Sommera
- metoda dle ČSN 80 0858 (přístroje TH 5, TH 7)
- metoda dle ASTM (Cantilever test)
- metoda ohybu dle Mevalda a Fridrichové
- metoda dle Stříže
- metoda podle Pierce

2.3.3.2 Metody dynamické

- metoda podle Schieffera
- metoda podle Bekka

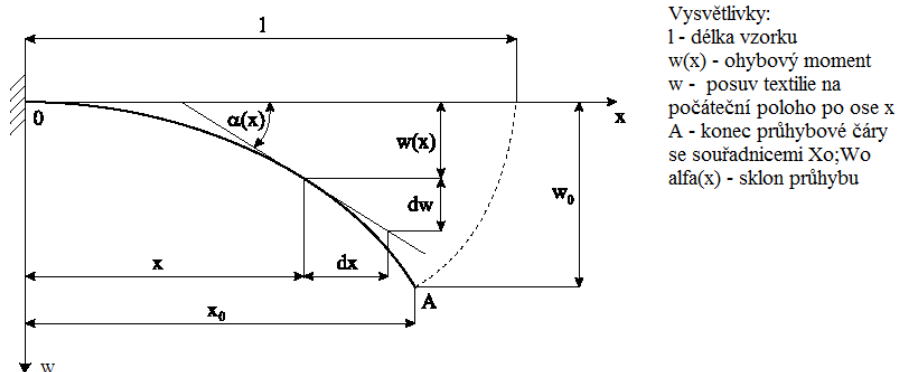
Metoda výpočtu z tahového diagramu

- vychází z úvahy, že plošná textilie je homogenní útvar, kde tuhost v ohybu je dána vztahem $E \cdot I$, kde E nám zastupuje Youngův modul pružnosti v tahu nebo tlaku a I moment setrvačnosti průřezu zkoumaného vzorku textilie. Pro její zjištění je nutné aplikovat diferenciální rovnici ohybové čáry. Obrázek 6. V praxi se převážně užívá tato přibližná rovnice. (4)

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = - \frac{M(x)}{E \cdot I} \quad (4)$$

kde	w	posuv textilie kolmo na její počáteční polohu určenou osou x
	$M(x)$	ohybový moment v obecném bodě textilie
	E	Youngův modul pružnosti
	I	moment setrvačnosti

Schéma:



Obrázek 6: Znázornění průhybové čára měření dle tahového diagramu

[11] [26]

Modifikovaná metoda podle Sommera

Princip:- vychází z ohybu vetknutého proužku textlie, který se ohýbá vlastní tíhou a má určitou plošnou hmotnost ρ_s [kg.m^{-2}] a délku l [m]. Přičemž s původní horizontální rovinou svírá úhel Θ , který se následně odečte (5), (5a), (6), (7). Viz Obrázek 7. Tuhost v ohybu se stanoví dle vztahu:

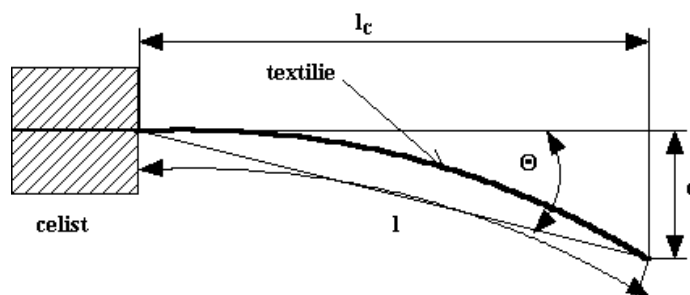
$$T_{OG} = \rho_s \cdot b \cdot g \cdot c^3 \quad [\text{N.m}^2] \quad (5) \quad c = l \cdot \left(\frac{\cos 0,5\theta}{8 \cdot \tan \theta} \right)^{1/3} \quad [\text{m}] \quad (5a)$$

kde T_{OG} ohybová tuhost podle Sommera [N.m^2]
 ρ_s plošná hmotnost [kg.m^{-2}]
 b šířka proužku textlie [m]
 g/G tíha proužku [N]
 c ohybová délka [m]

$$\gamma_1 = \frac{G}{l} = \rho_l \cdot g \quad [\text{N.m}^{-1}] \quad (6) \quad \rho_l = \rho_s \cdot b \quad [\text{kg.m}^{-1}] \quad (7)$$

kde γ_1 délková měrná tíha proužku textlie [N.m^{-1}]
 l délka proužku textlie [m]
 ρ_l délková měrná hmotnost [kg.m^{-1}]
 Θ úhel, který svírá textlie s horizontální rovinou [$^\circ$]
 g gravitační zrychlení ($9,81 \text{ m.s}^{-1}$)

Schéma zařízení:



Obrázek 7: Zařízení dle modifikované metody dle Sommera

[6] [23] [27]

Metoda vycházející dle ČSN 80 0858 „Zkoušení tuhosti a pružnosti plošných textilií“ na přístrojích TH 5, TH 7

Princip:- jde o novější metodiku založenou na elektrickém snímání ohybové síly, kterou textilie upnutá ve výkyvné čelisti vyvine proti ohýbání. Pracovní vzorek 2,5 x 5 cm, upevněný v čelisti přístroje se svým volným koncem dotýká čidla. Vzorek je namáhán na ohyb při otáčení čelisti do výchylky 60° od svislé osy silou potřebnou k deformaci. Konečnou hodnotu síly odečteme s dílků na stupnici. Vzorky se do přístroje vkládají pomocí pinzety, tak aby se horní okraj pracovního vzorku kryl s horním okrajem čelisti. Vzorek je situován k čidlu hranou, která má být měřena, při vkládání nesmí dojít k deformaci vzorku. Z každé měřené textilie se připravuje 24 pracovních vzorků (12 z rubní, 12 z lící strany, vždy 6 z toho delší stranou po osnově a útku). Před samotným měřením je nutné provést potřebné seřízení přístroje. Před každým novým oděvním materiálem se provádí předběžná zkouška, z důvodu zvolení správné pružiny ve vyhovujícím rozsahu. Poté se spínačem uvede přístroj do chodu, vychýlí se čelist a pozoruje se ukazatel na stupnici do doby samočinného zastavení přístroje, odečte se maximální hodnota F_1 , ohybové síly na stupnici s dílků. Ta se následně dosadí do vztahu pro výpočet tuhosti v ohybu (8), (8a). Následně vypnutím spínače se čelist vrátí do výchozí polohy. Viz Obrázek 8. Pomocí přístroje TH 5 lze proměřovat pouze pracovní vzorky obdélníkových tvarů, a odečítání a vyhodnocování výsledků měření se provádí manuálně. Což vedlo k vyvinutí přístroje TH 7, na kterém lze proměřovat vzorky jiných rozměrů, doporučuje se délka vzorku 5 cm lze však proměřovat i délku 2,5 cm.

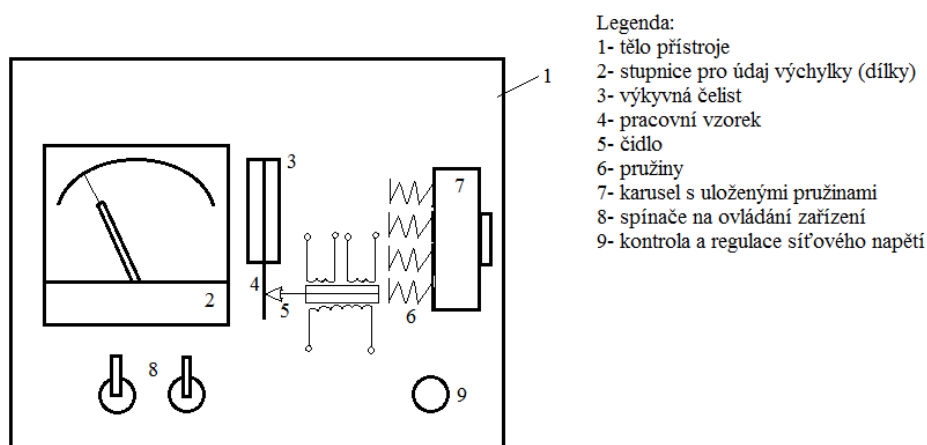
Různé složení proměřovaných materiálů nejen textilie ale i (fólie, papír, membrány). Přístroj je připojen k počítači, ve kterém se nám data z měření zobrazují již jako hysterezní křivka ohybu. Následně se dají naměřená data vyjmout a dále zpracovávat a vyhodnocovat. Princip tohoto přístroje je popsán v experimentální části. Zvolila jsem si ho pro navržený experiment.

Vzorec pro výpočet:

$$M_o = F_1 \cdot K \quad [\text{mN} \cdot \text{cm}] \quad (8) \quad K = \frac{l}{b} \quad [-] \quad (8a)$$

kde	M_o	moment ohybu $[\text{mN} \cdot \text{cm}]$
	F_1	hodnota ohybové síly $[\text{N}]$
	K	konstanta dle vztahu (8a)
	l	délka pracovního vzorku při výchylce 60° od hrany čelisti k čidlu přístroje u TH5 (1,51cm), u TH7 (1,1cm)
	b	šířka pracovního vzorku (2,5 cm)

Schéma zařízení:



Obrázek 8: Schéma přístroje na zjišťování tuhosti v ohybu TH 5

[12][13][28]

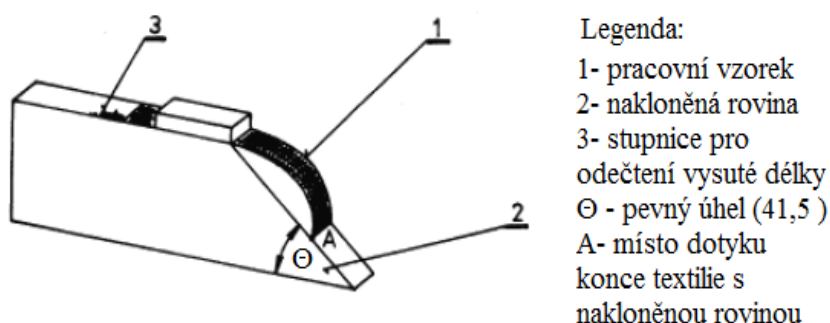
Metoda podle ASTM (Cantilever Test)

Princip: - metoda vychází ze Sommerovy metody. Je konstruován především k posuzování tuhosti v ohybu u výztužných oděvních textilií (vloček). Měření se provádí pod daným úhlem $\theta = 41,5^\circ$ nakloněné roviny přístroje. Vzorek hodnocené textilie se upne pod přitlačnou desku a je postupně vysunován až do prvního dotyku s nakloněnou rovinou. Dle vztahu (9) dostaneme tuhost v ohybu. Viz Obrázek 9.

Výpočet dle vztahu:

$$T_{OC} = \rho_s \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^3 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}] \quad (9)$$

Schéma zařízení:



Obrázek 9: Přístroj Cantilever Test

[6] [25][27]

Metoda ohybu dle Mevalda a Fridrichové

Princip: - vychází především z aplikování měření na tkaniny. Tkanina je na jednom konci vetknutá, druhý konec je převislý. Vstupní parametry v programu jsou:

- odečtený úhel převisu
- délka vysunutého vzorku
- plošná hmotnost (nebo jemnost)

Výpočtové vztahy pro ohybovou tuhost jsou vyhodnocovány pomocí počítačového programu MathCad.

„Kamerou je snímána ohybová křivka vzorku tkaniny, který je zatížený vlastní tíží, ze které se pak přesně odečtou souřadnice bodů x, y. Získané hodnoty se použijí k dosazení do matematického modelu a výpočtu ohybové tuhosti zkoušené tkaniny.“ [13]

[25] [26]

Metoda dle Stříže

Princip: - spočívá ve stanovení měrné tíhy textilie q [Nm^{-1}], její délky l [m], odečtení tvaru průhybové křivky (souřadnice x_0, w_0). Postup měření a způsob stanovení je popsán v interní normě Výzkumného centra Textil, pod označením Interní norma č. 22-201-01/01 *Ohybová tuhost příze*. [26]

Metoda podle Pierce

Princip: - metoda opět pracuje s proužkem textilie, který je upnutý do vertikální čelisti takovým způsobem, aby vytvářel imitaci srdce (srdcovku). Ohybovou délku získáme po dosazení naměřené hodnoty do vztahu (10). Kde pomocí zjištění délky vytvořené smyčky po upnutí do čelisti zjistíme tuhost textilie v ohybu.

Vzorec pro výpočet:

$$c = l_0 * \frac{\cos \vartheta}{\tan \vartheta} \quad [\text{m}] \quad (10)$$

kde	c	ohybová délka [m]
	l_0	délka smyčky (srdcovky) [m]
	ϑ	výpočtová veličina = $0,5732 \frac{l-l_0}{l_0}$ [-]
	l	délka pracovního vzorku [m]

[3] [25]

Metoda podle Schieffera

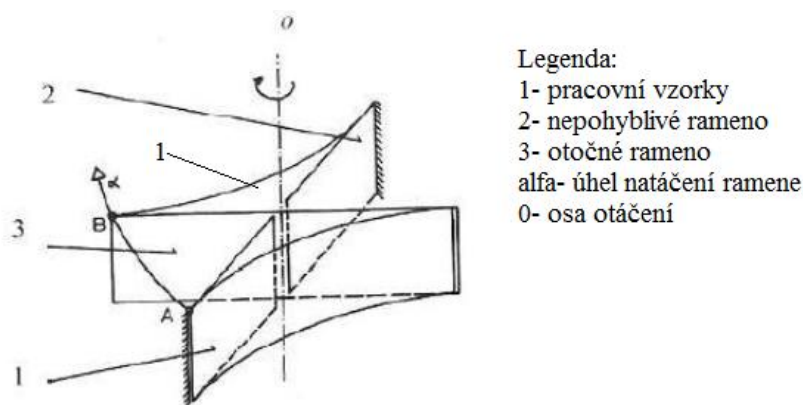
Princip: - dynamická metoda, která pracuje se dvěma pracovními vzorky, které se upnou do speciální otočné čelisti. Dva proužky textilie 1 vertikálně upneme jedním koncem v nepohyblivém rameni 2, druhým v otočném rameni 3, úhel α podle osy 0 nám udává směr natáčení ramena z místa A do B. Kde se nachází snímač ohybového momentu M_0 . Viz Obrázek 10.

Vzorec pro výpočet:

$$T_{OF} = M_0 \cdot \rho \quad [N.m^2] \quad (11)$$

kde T_{OF} ohybová tuhost $[N.m^2]$
 M_0 ohybový moment $[Nm]$, α_0, α_1 = meze úhlu natočení
 ρ poloměr křivosti vzorku textilie $[m]$

Schéma zařízení:



Obrázek 10: Zařízení dle Schieffera

[3][25][26]

Metoda podle Bekka

Princip: - metoda se realizuje na dynamometru podle Bekka, který je založen na únavovém režimu cyklického zatěžování a odlehčování proužku textilie. [26]

3 Experimentální část

Tato část práce bude obsahovat popis navrženého experimentu souboru pěti měření na posouzení vlastností splývavosti a tuhosti v ohybu u konkrétního souboru deseti vybraných oděvních materiálů. Nejprve se zabývám popisem konkrétních použitých materiálů a charakteristikou jejich vlastností. Pro jejich zjišťování byla využita dostupná technika a přístroje na Katedře oděvnictví, Katedře hodnocení textilií a Katedře textilních materiálů kde docházelo i k realizaci samotného experimentu.

Poté z dostupných přístrojů na katedrách byly vybrány následující pro experiment.

Pro hodnocení splývavosti byly vybrány přístroje tři a k hodnocení tuhosti v ohybu jsem si zvolila dva přístroje.

Konkrétně pro měření splývavosti:

- zařízení k „určování splývavosti průmětem dle ČSN 80 0835“
- zařízení k „zjišťování splývavosti plošné textilie pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucia G“
- zjišťování splývavého úhlu dle interní normy č. 23-202-01/01 „Splývavost tkanin. Ohyb přes ostrý roh.“

K zjišťování tuhosti v ohybu:

- zařízení na nenormovanou metodiku „Flexometr pro zjišťování tuhosti v ohybu přes úhel převisu“ KTM
- metodiku „zjišťování tuhosti pomocí zařízení TH 7 pro zjišťování ohybové síly textilie vycházející z ČSN 80 0858“ KHT

Postupným proměřením souboru deseti materiálů, byly získány níže uvedené naměřené hodnoty, díky kterým bylo možné posuzovat mezi sebou jednotlivé zvolené metodiky. Dle vlastního pozorování zhodnotit přesnost metodik, časovou náročnost provedení měření, možnosti zavedení chyby lidským faktorem, protože většina mnou zvolených metodik, se prováděla kompletně ručně, tudíž lidské chyby je pravděpodobnější.

V tabulkách vyhodnocení je možné pozorovat odlišnost či shodnost číselných hodnot jednotlivých měření. Závislosti výsledných hodnot na

ovlivňujících parametrech oděvních materiálů. Pro lepší orientaci jsou hodnoty zaneseny do bodových grafů, kterými je proložena přímka a uvedena hodnota korelačního koeficientu. Jedná se o hodnotu v intervalu od $<-1;1>$. Čím více se korelační koeficient přibližuje k 1, tím větší závislost mezi metodikami udává.

3.1 Soubor posuzovaných oděvních materiálů a jejich charakteristika

Souborem posuzovaných oděvních materiálů byly ve větší míře zvoleny šatovky a oblekové tkaniny, dělení dle účelu použití. Podmínka a specifický znak tkanin je shodnost ve vazbě. Pro tuto práci byla vybrána vazba plátňová. Oděvní materiály jsou různých materiálových složení, což je vše patrné v tabulce č. 1. základní parametry k charakteristice tkanin byla zjišťovány pomocí vybavení na Katedře oděvnictví a dalších. Další specifikací souboru oděvních materiálů jsou různé plošné hmotnosti, různá tloušťka, shodnost použitých nití ve směru osnovy i útku, z čehož vyplývá, že použité materiály jsou pouze potištěné nebo barvené, nemají žádné finální úpravy. Fotky použitých materiálů se nachází v příloze č. 1.

Legenda k tabulce č. 1.:

- mtr., č. mtr. – číslo materiálu, které
- D_o – dostava osnovy udává počet osnovních nití na 1cm
- D_u – dostava útku udává počet útkových nití na 1cm
- T_o, T_u – jemnost použitých nití ve tkanině [tex]
- h – průměrná tloušťka materiálu [mm] dílčí hodnoty v příloze č. 1.1.
- M_p – plošná hmotnost [g.m²]

Tabulka č. 1: Charakteristika materiálů

Značení mtr.	materiálové složení	vazba	D _o [nití/ 1cm]	D _ú [nití/ 1cm]	T _o [tex]	T _ú [tex]	h [mm]	Mp [g.m ²]
1.	90% PL, 10% CO	plátňová	31	26	13,68	14,01	0,190	81,33
2.	74% CO, 26% LI	plátňová	35	15	32,02	97,18	0,448	237,55
3.	70% CV, 30% PL	plátňová	47	28	12,00	13,59	0,196	96,66
4.	50% CO, 50% PL	plátňová	50	37	8,20	11,67	0,220	109,33
5.	100% PL	plátňová	22	21	35,45	39,17	0,474	180,00
6.	100% PL	plátňová	23	21	34,65	36,91	0,414	174,22
7.	100% CO	plátňová	15	11	170,44	175,96	0,716	461,11
8.	70% LI, 30% CO	plátňová	22	19	39,58	41,55	0,336	152,44
9.	100% CV	plátňová	40	29	18,60	17,87	0,258	116,00
10.	60% CO, 40% PL	plátňová	47	32	14,95	14,83	0,198	115,77

3.2 Zvolené metodiky pro hodnocení splývavosti a tuhosti v ohybu

Navržený experiment souboru pěti měření na splývavost a tuhost v ohybu, byl proveden metodikami popsány v další části práce. U každé metodiky je uveden, způsob přípravy vzorků, postup měření, zpracovaná získaná data v tabulkách a jejich vyhodnocení pro následné srovnání metodik v závěru práce. Kompletní získané naměřené hodnoty z měření jsou v přílohách.

Při přípravě vzorků ke všem měřením bylo postupováno dle ČSN EN 12751 *Textilie – Odběr vzorků vláken, nití a plošných textilií ke zkouškám* - plošná textilie, ze které vzorky odebíráme, musí být bez viditelných vad (nerovnoměrnost vybarvení textilie, zatržené nitě v ploše textilie, nestejněměrnost nití vzniklá při tkaní apod.) což eliminujeme již při jejím pořizování

- před odebráním vzorků je třeba textilií vyžehlit a tím zamezit případnému srážení při měření (důležité spíše provést před měřeními, kdy pracovní vzorky podléhají vlivu určitých teplotních zátěží), tím následně získáme rovné vzorky bez zmačkání, záhybů
- vzorky stříháme, vysekáváme, vyrážíme raznicí tak, že dodržujeme dostatečnou vzdálenost od pevných okrajů (min. 10cm), po diagonále, čímž docílíme právě námi požadovanou rozdílnost nití ve vzorku po směru osnovy i útku.
- takto připravené vzorky necháváme před provedením samotného měření zrelaxovat min. po dobu 24 hodin, při normou ČSN EN 20139 [15] stanovených klimatických podmínkách:
 - teplota vzduchu $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$
 - vlhkost vzduchu $65 \pm 2\%$

[14] [15]

3.2.1 Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem ČSN 80 0835

- metodika dle zrušené ale zatím používané ČSN 80 0835 [5]

Příprava vzorků

Vzorky byly odebírány podle normy ČSN EN 12751 [14]. Velikost pracovních vzorků dle normy ČSN 80 0835 [5], z každého materiálu bylo vystřiženo po 4 pracovních kruhových vzorcích o průměru 300 mm. Pro přesnost byla použita kruhová šablona příslušného rozměru s otvorem ve středu vzorku o průměru 10 mm. Na pracovních vzorcích je třeba naznačit směr osnovy, popř. lící a rubní stranu vzorku pokud není zřetelně určitelná.

Postup měření

Měření bylo provedeno na KTM, na přístroji ve tvaru válce, který má ve své spodní části umístěný světelný zdroj za pomoci, kterého se po upnutí zkoušeného vzorku mezi příložnou desku a svěrnou čelist, zjišťuje promítnutý tvar výsledné plochy průmětu vzorku, která se zaznamená obkreslením na průsvitný papír. Viz Obrázek 11

Vzorek se upíná lící stranou nahoru, lze si to logicky odvodit, protože měření nám má demonstrovat přirozené splývání materiálu přes předmět, př. ubrus na stole.

Pro zjištění hodnoty plochy průmětu využijeme planimetr, kterým zaznamenaný výsledný obrys prosvícené tkaniny objedeme po směru hodinových ručiček. Předtím si na měřeném objektu stanovíme bod (start/cíl) planimetrování. Odečítací bod na rameni planimetru se snažíme vést co nejpřesněji po zakresleném tvaru průmětu vzorku. [5] Takto postupujeme u všech pracovních vzorků stejně. Po odečtení hodnot naměřených ploch z planimetru, viz tabulka č. 2. (hodnoty dílčích měření v příloze č. 2). Zprůměrujeme hodnoty výsledné splývavosti a statisticky vyjádříme v tabulce č. 2. Vyhodnocení naměřených hodnot k určení stupně splývavosti tkaniny, viz tabulka č. 3 a graf č. 1.



Obrázek 11: Zařízení na zjišťování splývavosti průmětem

Zpracovaná získaná data:

- získaná data byla vyhodnocena pomocí vztahu (2c)

- splývavost (x) v [%]

$$x = \frac{s - \overline{sp}}{s_m} * 100 \quad (2c)$$

kde S plocha měřeného kruhového vzorku ($706,86 \text{ cm}^2$) [cm^2]
 \overline{Sp} průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků [cm^2]
 Sm plocha mezikruží ($452,39 \text{ cm}^2$) tj. plocha vzorků způsobilá ke splývání [cm^2]

Tabulka č. 2: Zprůměrovaná data z měření průmětem + statistika

č. mtr. plocha [cm^2]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr [cm^2]	604.70	631.90	494.03	435.43	495.45
směrodatná odchylka [cm]	3.64	23.67	27.69	22.84	4.99
variační koeficient [%]	0.60	3.75	5.60	5.25	1.01
min. hodnota	599.70	601.50	458.80	413.20	488.60
max. hodnota	608.10	653.50	526.40	467.30	499.20
95% IS	<598.91;610.49>	<594.27;669.53>	<450;538.05>	<399.11;471.74>	<487.52;503.38>
splývavost [%]	22.59	16.58	47.05	60.00	46.74

č. mtr. plocha [cm^2]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr [cm^2]	481.80	637.00	531.63	308.50	438.30
směrodatná odchylka [cm]	13.51	23.94	6.71	5.99	24.88
variační koeficient [%]	2.80	3.76	1.26	1.94	5.68
min. hodnota	466.80	604.10	524.50	303.20	411.30
max. hodnota	497.40	661.30	537.50	317.10	466.50
95% IS	<460.31;503.28>	<598.93;675.06>	<520.96;542.29>	<298.97;318.03>	<398.73;477.87>
splývavost [%]	49.76	15.45	38.74	88.06	59.37

Vyhodnocení metodiky a výsledků:

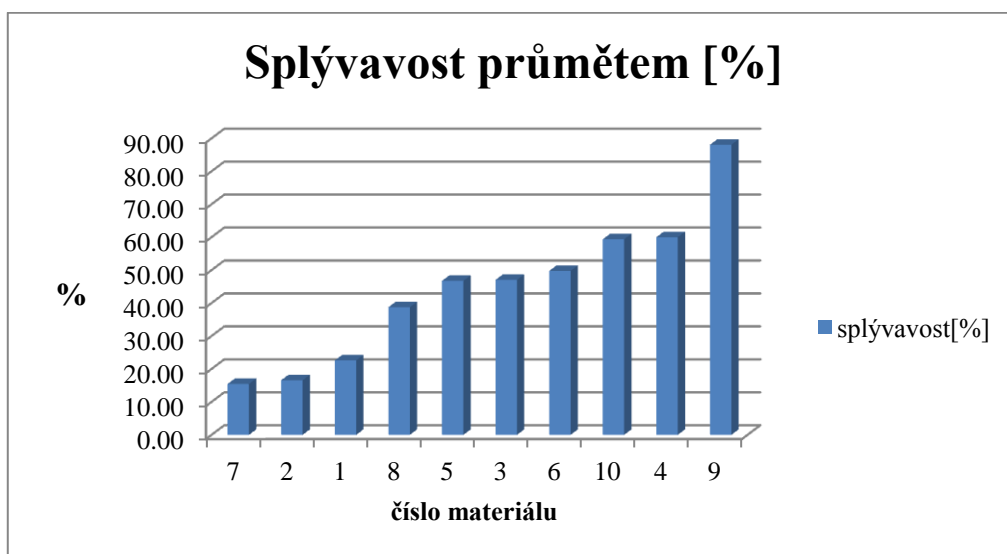
Zvolená metodika zjišťování splývavosti průmětem dle normy ČSN 80 0835 [5] se mi jeví jako časově náročná, co se samotného provedení týče. Také vyžaduje větší spotřebu materiálu na provedení měření. Ovšem jako metodiku jsem si ji vybrala právě proto, že mě zajímala její náročnost provedení, přesnost a zda skutečně potvrdí na základě zjištěných ploch vzorků mé subjektivní vnímání splývavosti konkrétních tkanin pouhým okem, hmatem. V tabulce č. 3, graf č. 1, můžeme vidět výsledné pořadí souboru měřených materiálů, co se jejich hodnot splývavosti týče. Hodnoty v tabulce i graf mají tendenci vzrůstající, materiály jsou za sebou seřazeny od nejmenší hodnoty až k nejvyšší hodnotě splývavosti, protože ze závislosti procentuálního vyjádření, můžeme jasně vidět, že čím blíže je hodnota ke 100%, tím je materiál splývavější a čím menší hodnoty tím větší tuhost oděvních materiálů. Tuto závislost si myslím, že mé měření potvrzuje. Na základě svých domněnek a po přečtení odborných článků zabývajících se tematikou hodnocení základních parametrů ovlivňujících splývavost bylo zvoleno pouze porovnávání závislosti na parametru, který nejvíce může ovlivňovat tuto vlastnost textilie. Určitě také vazba, dostava, materiálové složení, plošná hmotnost a další parametry ovlivňují splývavost. Dále z grafu č. 2, můžeme konstatovat velmi vysokou závislost splývavosti na jemnosti oděvních materiálů. Korelační koeficient dosáhl hodnoty 0,9944. Hodnocené hodnoty uvedeny v tabulce č. 4. Jemnost je zprůměrována.

Nevýhodou této metodiky je její jednostranné použití, protože získanou hodnotou jsou pouze plochy průmětů vzorků [mm²].

Tabulka č. 3: Pořadí materiálů dle výsledných splývavostí průmětem

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
splývavost [%]	15.45	16.58	22.59	38.74	46.74	47.05	49.76	59.37	60.00	88.06

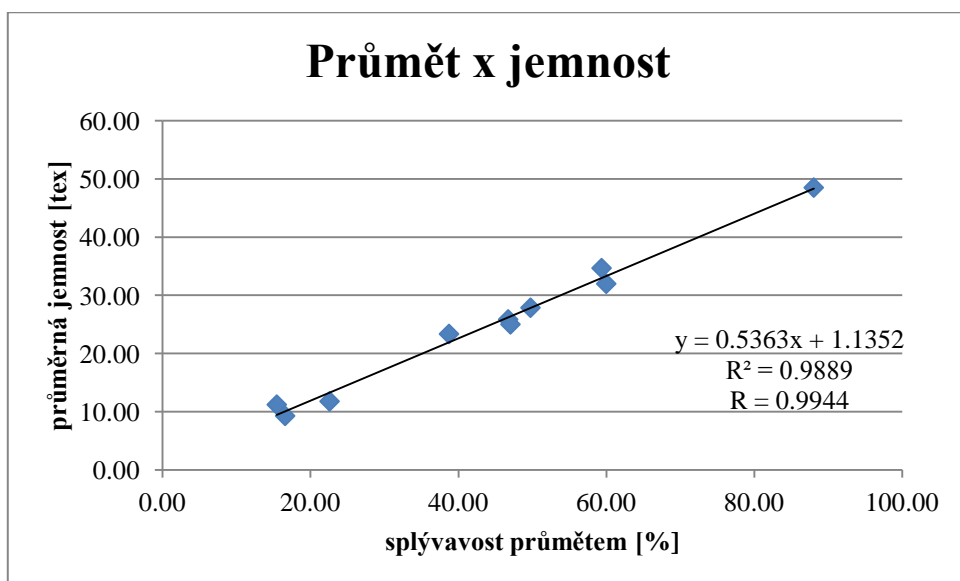
Graf č. 1: Splývavost průmětem



Tabulka č. 4: Hodnoty splývavosti zjišťované průmětem a průměrná jemnost

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
splývavost [%]	15.45	16.58	22.59	38.74	46.74	47.05	49.76	59.37	60.00	88.06
průměrná jemnost T [tex]	173.2	64.6	13.845	48.5	12.795	12.795	35.78	14.89	9.935	18.235

Graf č. 2: Závislost splývavosti hodnocené průmětem na jemnosti



3.2.2 Zjišťování splývavosti pomocí obrazové analýzy (software Lucia G)

- metodika odkazující se taktéž na zrušenou normu ČSN 80 0835 [5] jen se plochy průmětů měřených tkanin zaznamenávají pomocí digitální kamery Nikon na zařízení shodné principem s první metodikou, pouze zdokonalené o snímací techniku, kterou zaznamenáváme hodnoty, se kterými poté pracujeme pomocí počítače s příslušným softwarem pro obrazovou analýzu Lucia G.

Příprava vzorků:

- pro měření jsem použila stejné vzorky o průměru 300 mm, používané v první metodice, tudíž jejich příprava by byla shodná. Takto jsem se rozhodla kvůli úspoře materiálu. Z metodiky jsem získala plochy průmětů, které jsem pro své vyhodnocení potřebovala, dále živé obrazy, které najdeme v příloze č. 2. Proměřovaných vzorků bylo celkem 40, v příloze č. 3 jsou pouze na ukázkou po jednom vzorku živého obrazu.

Postup měření:

Měřený vzorek je položen na pohyblivou část zařízení, na kterém jsou dvě kruhové podložky o průměru 180 mm. Vzorek vložíme mezi ně a upevníme pomocí šroubu. Dbáme na správné položení dle naznačeného směru osnovy tak aby odpovídal 0°. Poté uvedeme zařízení ovladačem do spodní polohy, tak aby se vzorek o nic neopíral a volně splýval. Rozsvítíme spodní panel zařízení, spustíme program Lucia G. Obrázek 12.

Před samotným měřením je nutné provést kalibraci a to tak, že za pomoci milimetrového papírku, na kterém je naznačen čtverec o velikosti př. 50 mm. Při kalibraci je nutné mít obraz kamery „zmrazený“ tzv. rychlé sejmutí. Následně obraz oživíme, odstraníme milimetrový papír a opět obraz zmrazíme.

Samotné měření se provádí v místnosti při zhasnutém světle, zatažených oknech z důvodu lepší viditelnosti podsvíceného průmětu vzorku materiálu. Obraz máme v rychlém sejmutí, pomocí ikony transformace jej převedeme do šedého obrazu, nadefinujeme prahování podle RGB (modrý obraz je pro mě směrodatný, měřený). Na boční liště zvolím binární obraz, měřená plocha má bílou barvu a okolí černou. Poté změříme plochu v mm², pomocí ikony plocha. Naměřená data si vyexportujeme a uložíme v požadovaných formátech pro další

zpracování. Data jsou zpracována v tabulce č. 5. Dílčí hodnoty z měření jsou uvedeny v příloze č. 2. Živé obrazy jednotlivých vzorků, získané pomocí programu se nachází v příloze č 3.



Obrázek 12: Zařízení na měření splývavosti pomocí obrazové analýzy

[14]

Zpracovaná získaná data:

- získaná data byla vyhodnocena pomocí vztahu (2c)

- splývavost (x) v [%]

$$x = \frac{S - \overline{Sp}}{S_m} * 100 \quad (2c)$$

kde	S	plocha měřeného kruhového vzorku [cm ²]
	\overline{Sp}	průměrná plocha průmětů zkoušených vzorků [cm ²]
	S _m	plocha mezikruží (tj. plocha vzorků způsobilá ke splývání) [cm ²]

Tabulka č. 5: Zprůměrované hodnoty z Lucie G + statistika

č. mtr. plocha [cm ²]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr [cm²]	558.54	593.26	470.30	352.32	486.27
směrodatná odchylka [cm]	30.92	12.91	6.38	2.17	19.95
variační koeficient [%]	5.54	2.18	1.36	0.62	4.10
min. hodnota	517.22	582.82	462.47	350.16	462.29
max. hodnota	590.79	609.59	478.00	354.20	511.13
95% IS	<509.37;607.69>	<572.73;613.79>	<460.16;480.45>	<348.88;355.77>	<454.55;517.98>
splývavost [%]	32.80	25.12	52.30	78.38	48.77

č. mtr. plocha [cm ²]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr [cm²]	448.81	621.19	495.24	350.07	439.81
směrodatná odchylka [cm]	26.86	10.55	8.39	5.01	9.38
variační koeficient [%]	5.52	1.70	1.69	1.43	2.13
min. hodnota	414.28	611.38	486.50	346.05	430.38
max. hodnota	472.67	631.76	505.81	356.89	449.67
95% IS	<406.10;491.51>	<604.41;637.97>	<481.89;508.58>	<342.10;358.04>	<424.89;454.71>
splývavost [%]	57.05	18.95	46.79	78.87	59.04

Vyhodnocení metodiky a výsledků:

K zvolení této metodiky, jsem se rozhodla právě kvůli její podobnosti s první metodikou, chtěla jsem se přesvědčit, zda je člověk a vliv prostředí schopen ovlivnit výrazně výsledky hodnot splývavosti oděvních materiálů. To vše bude možné posoudit z grafů vyhodnocení a srovnání metodik v další části bakalářské práce. Metodika se mi jeví jako velmi přesná. Nepříliš náročná na provedení. Není zde tolik možností provedení nepřesností při měření a to díky využití snímací techniky. Přesnost snímané plochy vzorku je dle mého názoru vyšší než u první metodiky, protože u snímacího zařízení nelze zanést do měření chybu, příčinou chvění lidské ruky. Množství potřebného materiálu na provedení měření je větší, tudíž nákladnější metodika.

Výhodou je nejen to, že snímání provádí kamera ale i to, že pomocí jednoho měření se dá získat více hodnot o měřeném materiálu, které se například dají uplatnit pro posuzování dalších vlastností oděvního materiálu.

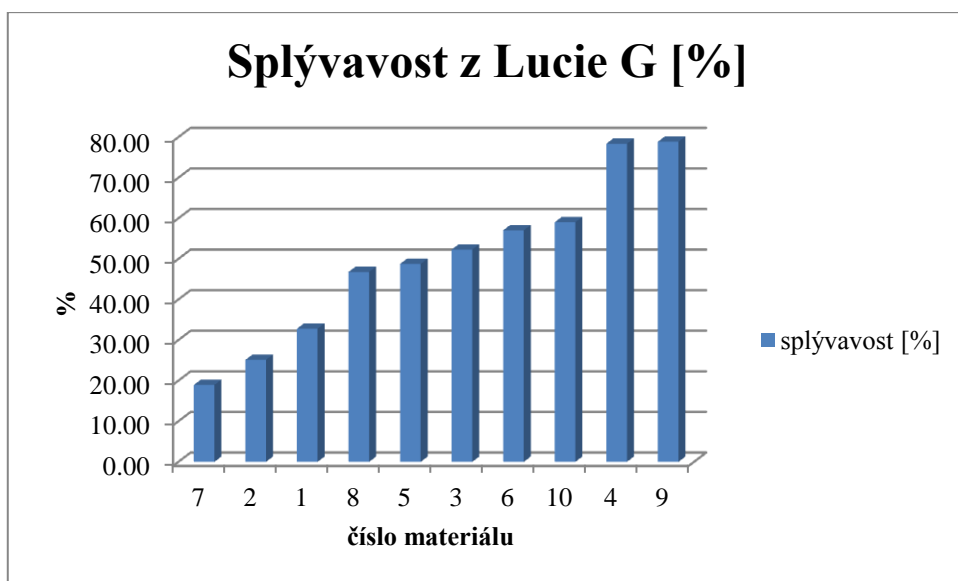
V tabulce č. 6 jsou zaznamenány vyhodnocené hodnoty splývavostí, které nám potvrzují pořadí materiálů s první metodikou zjišťování splývavosti průmětem.

Z grafu č. 3 můžeme snadno vypočítat stoupající tendenci hodnot splývavosti oděvních materiálů. Z tabulky č. 7, a grafu č. 4 je patrné opět porovnání závislosti na základním parametru, jemnosti se splývavostí zjišťovanou touto metodikou. Korelační koeficient je opět vysoký dosahující 0,991.

Tabulka č. 6: Pořadí materiálů dle hodnot splývavosti měřených obrazovou analýzou

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
splývavost [%]	18.95	25.12	32.80	46.79	48.77	52.30	57.05	59.04	78.38	78.87

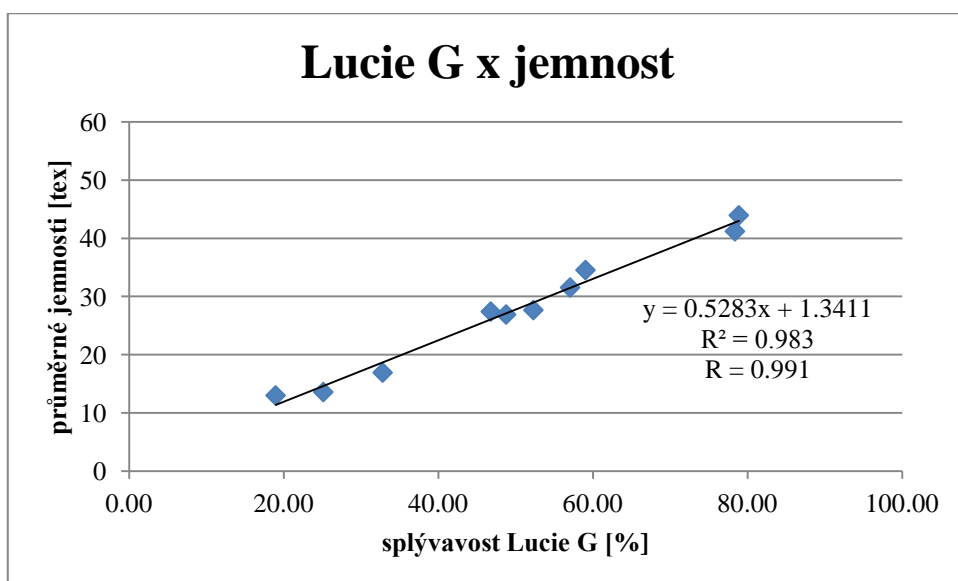
Graf č. 3: Splývavost z Lucie G



Tabulka č. 7: Hodnoty splývavosti zjišťované obrazovou analýzou a průměrná jemnost

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
splývavost [%]	18.95	25.12	32.80	46.79	48.77	52.30	57.05	59.04	78.38	78.87
průměrná jemnost T [tex]	173.2	64.6	13.845	48.5	12.795	12.795	35.78	14.89	9.935	18.235

Graf č. 4: Závislost splývavosti hodnocené obrazovou analýzou na jemnosti



3.2.3 Metodika zjišťování splývavosti tkanin ohybem přes ostrý roh

- metodika podle interní normy č. 23-202-01/01 [8], která vychází z britské normy č. BS 5058 a francouzské normy č. NF G 07 109. Pracuje s deformací měřené textilie vlastní vahou pro stanovení splývavosti textilií. Měření se provádí přes šikmou, ostrou hranu, jejíž odklon od horizontální roviny stolu je zjišťován. Hledaným parametrem je úhel splývavosti.

Příprava vzorků:

Pracovní vzorky byly odebrány dle normy ČSN EN 12751 [14] a ČSN EN 20139 [15]. Rozměry vzorků 20x20 cm. Z každého materiálu byly měřeny 3 vzorky po směru osnovy i útku. U vzorků si naznačíme směr osnovy a také střed, kterým vzorky na ostrý roh budeme pokládat.

Postup měření:

Vzorek se umístí naznačeným středem na ostrý roh běžného hranatého stolu lící stranou nahoru. Položí se tak, aby obvodové hrany stolu svíraly se směrem osnovy (následně útku) 45°. Tím docílíme volného splývání vzorku, s vytvořením měřené splývavé hrany. Na vzorek se umístí dlouhé pravítko, ke kterému bylo připevněno trojúhelníkové, tak aby spolu svíraly 90°. To se zatížilo závažím, pro lepší stanovení hledané hodnoty. Kratší strana pravítka směřujícího dolů, se stupnicí dotýkala konce splývavé hrany vzorku. Obrázek 13.

Z takto připraveného vzorku, lze odečíst hodnotu hledané odvěsny v mm, kterou následně pouze podělíme 100 a dostaneme hodnotu DA (splývavý úhel) musí to být číslo menší než 1. Dělení se provádí na základě měřeného rozměru splývavé hrany (100mm). Měření se provádí jak po směru osnovy tak útku, hodnoty byly pro toto měření zprůměrovány a výsledné hodnoty jsou zaznamenány a statisticky vyhodnoceny v tabulce č. 8 a,b. Dílčí hodnoty jsou uvedeny v příloze č. 2. Závislost na jemnosti je opět zaznamenaná dle hodnot v tabulce č. 10 a znázorněna v grafu č. 6, kde korelační koeficient dosahuje hodnoty závislosti 0,8612. Což už není tak vysoká hodnota závislosti jako v předchozích metodikách, tudíž můžeme říct, že metodika ohybem přes ostrý roh nezávisí až tolik na jemnosti materiálů.



Legenda:
 1- hladký stůl s ostrými rohy
 2- pracovní vzorek
 3- měřicí pravítka
 4- závaží měřících pravítek

Obrázek 13: Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh

Tabulka č. 8 a: Zprůměrované hodnoty úhlu splývavosti + statistika

č. mtr. DA $\sin\phi$ [°]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr DA [°] = úhel splývavosti	0.747	0.673	0.767	0.822	0.770
směrodatná odchylka [°]	0.026	0.022	0.016	0.021	0.014
variační koeficient [%]	3.458	3.208	2.129	2.601	1.837
min.hodnota	0.71	0.64	0.75	0.79	0.75
max.hodnota	0.78	0.7	0.79	0.85	0.79
95% IS	<0.72;0.77>	<0.65;0.70>	<0.75;0.78>	<0.80;0.84>	<0.76;0.78>

Tabulka č. 8 b: Zprůměrované hodnoty úhlu splývavosti + statistika

č. mtr. DA $\sin\phi$ [°]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr DA [°] = úhel splývavosti	0.775	0.575	0.745	0.887	0.778
směrodatná odchylka [°]	0.010	0.019	0.019	0.049	0.033
variační koeficient [%]	1.353	3.254	2.511	5.509	4.176
min.hodnota	0.76	0.55	0.72	0.83	0.74

max. hodnota	0.79	0.6	0.77	0.94	0.82
95% IS	<0.76;0.79>	<0.56;0.59>	<0.73;0.76>	<0.84;0.94>	<0.74;0.81>

Vyhodnocení metodiky a výsledků:

Metodika byla vybrána hned ze dvou důvodů, kvůli své snadné proveditelnosti měření a také kvůli zjišťovanému parametru. Zajímalo mě, zda se měřené materiály budou jevit stejně jako v předchozích zvolených metodikách. V grafu č. 5 je patrný stejný trend stoupání splývavosti měřených oděvních materiálů. V tabulce č. 9 jsou uvedeny výsledné hodnoty splývaného úhlu ve stupních.

Samotné provedení měření touto metodikou bych posoudila jako průměrné. Měření nebylo nijak časově náročné, dá se zrealizovat pomocí pomůcek, které má snad každý ve své domácnosti. Jedinou nevýhodu bych opět viděla v tom, že získaným parametrem je pouze jediná hodnota tj. úhel splývavosti.

Tabulka č. 9: Pořadí materiálů z hodnocení přes ostrý roh

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
úhel splývavosti [°]	0.575	0.673	0.746	0.745	0.765	0.767	0.770	0.778	0.821	0.887

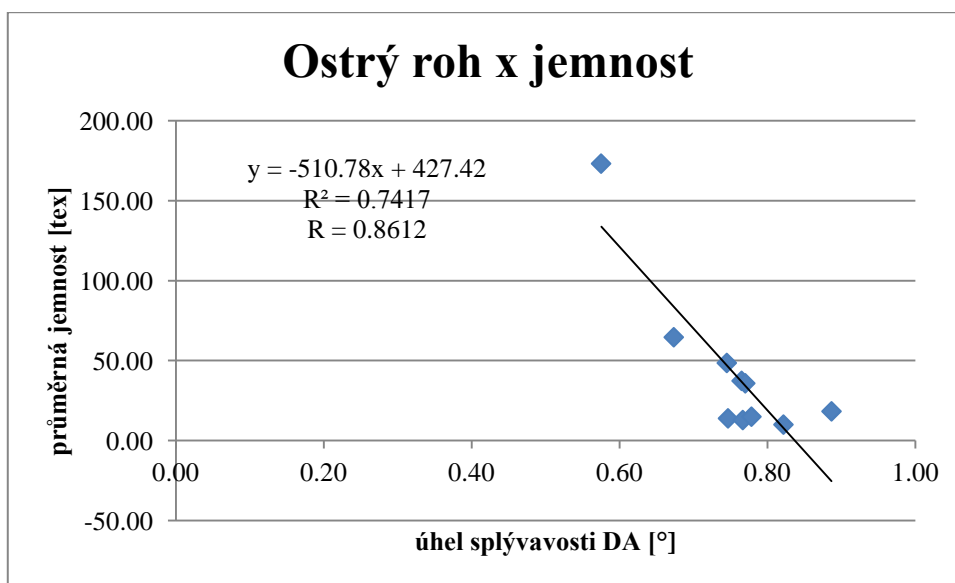
Graf č. 5: Úhel splývavosti hodnocený metodikou ohybem přes ostrý roh



Tabulka č. 10: Hodnoty úhlů splývavosti zjišťované ohybem přes ostrý roh a průměrná jemnost

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
úhel splývavosti [°]	0.575	0.673	0.746	0.745	0.765	0.767	0.770	0.778	0.821	0.887
průměrná jemnost T [tex]	173.2	64.6	13.845	48.5	12.795	12.795	35.78	14.89	9.935	18.235

Graf č. 6: Závislost splývavosti hodnocené obrazovou analýzou na jemnosti



3.2.4 Metodika zjišťování ohybové tuhosti pomocí Flexometru FF-20

- jedná se o nenormovanou metodiku prováděnou na zařízení flexometr FF-20. Zařízení je k dispozici na katedře textilních materiálů.

Příprava vzorků:

Pracovní vzorky byly odebrány dle normy ČSN EN 12751 [14] a ČSN EN 20139 [15]. Parametry vzorků jsou dány dle velikosti posuvné desky zařízení. K jednomu měření bylo potřeba 6 vzorků (3 po směru osnovy, 3 po směru útku) o velikosti 3x15 cm. Celkem bylo proměřováno 60 pracovních vzorků, jejichž naměřené dílčí hodnoty jsou zaznamenány v příloze č. 4.

Postup měření:

Proměřujeme zrelaxované, vyžehlené vzorky. Každý vzorek pokládáme na posuvnou desku lící stranou směrem nahoru, poté přiložíme deskou z plexiskla. Dbáme hlavně na to, aby okraj textilie byl zarovnaný s hranou posuvné i přitlačné desky. Poté na přitlačnou desku umístíme závaží, které nám umožní bezpečnou manipulaci při vysouvání vzorku dle potřebných hodnot na pravítku, které se nachází na hraně posuvné desky zařízení. Zamezí nám hlavně nežádoucímu vyklouznutí materiálu o větší hodnotu, než kterou potřebujeme k hodnocení úhlu převisu. K tomu hlavně dochází u materiálů syntetických s menší plošnou měrnou hmotností. Princip měření spočívá v tom, že sledujeme obraz svěšeného vzdálenějšího rohu v zrcadle, které se nachází na zadní stěně zařízení. Toto pozorování provádíme v různých délkách měřeného vzorku v rozmezí 30-90 mm. Čehož docílíme postupným vysouváním upnutého vzorku, po 10 mm. Proměřování svěšeného úhlu začínáme na 30 mm, kde pomocí osy na úhlové stupnici odečteme hodnotu úhlu převisu α [°], se kterou dále počítáme. Obrázek 14.

Pomocí vzorce (12) zjistíme hodnoty tuhosti pro směry osy a útku (T_o , T_u [N.m²]) v jednotlivých převisích. Aritmetickým průměrem všech sedmi hodnot pak výslednou tuhost v každém směru. Zpracované hodnoty z měření i jejich statistické vyhodnocení najdeme v tabulkách č. 11a,b, i tabulkách č. 12a,b. Průměrné dílčí hodnoty najdeme v příloze č. 2 a dílčí hodnoty ze samotného měření jsou v příloze č. 4.

Zpracovaná získaná data:

- hodnoty byly vyhodnoceny dle vzorce pro tuhost (T) v [N.m²]

$$T = b \cdot g \cdot \rho_s \cdot c^3 = b \cdot g \cdot \rho_s \cdot l^3 \cdot K \quad [\text{N.m}^2] \quad (12)$$

$$K = \frac{\cos 0,5 \alpha}{8 \cdot \tan \alpha}$$

kde $c^3 = l^3 \cdot K$

α úhel převisu [°] b šířka vzorku [m]

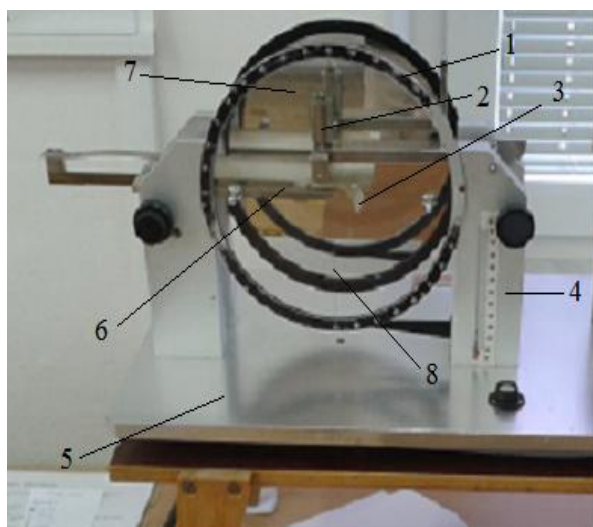
c^3 převis v měřeném směru [m³]

g tíhové zrychlení [m.s⁻²]

l délka převisu [m]

K pomocná konstanta pro úhel α [1]

ρ_s plošná hmotnost textilie [kg.m⁻²] [17]



Legenda:

- 1- otočná úhlová stupnice
- 2- závaží posuvné desky, vzorku
- 3- pracovní vzorek
- 4- tělo zařízení
- 5- podstavec zařízení
- 6- posuvná deska s pravítkem k určení délek převisu pracovního vzorku
- 7- zrcadlo pro přesné odečtení stupně svěšení vzdálenějšího rohu
- 8- osa otočné úhlové stupnice

Obrázek 14: Flexometr FF-20 na hodnocení tuhosti plošných textilií

Tabulka č. 11 a: Získané hodnoty z měření na Flexometru - osnova, statistické vyhodnocení

č. mtr. tuhost osnova [N.m ²]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr= tuhost osnovy [N.m ²]	4.22E-07	7.49E-07	2.60E-07	2.25E-07	3.74E-07
směrodatná odchylka [N.m ²]	1.38E-07	3.73E-08	1.21E-08	1.25E-08	8.28E-09
variační koeficient[%]	32.8	4.98	4.67	5.53	2.22
min.hodnota	3.14E-07	7.09E-07	2.51E-07	2.12E-07	3.66E-07
max. hodnota	5.78E-07	7.82E-07	2.73E-07	2.37E-07	3.82E-07
95% IS	<7.82E-08;7.66E-07>	<6.57E-07;8.42E-07>	<2.3E-07;2.9E-07>	<1.94E-07;2.56E-07>	<3.53E-07;3.94E-07>

Tabulka č. 11b:

č. mtr. tuhost osnova [N.m ²]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr= tuhost osnovy [N.m ²]	3.62E-07	4.06E-06	8.29E-07	3.25E-07	2.69E-07
směrodatná odchylka [N.m ²]	1.37E-08	7.71E-07	4.45E-08	1.25E-08	1.96E-08
variační koeficient[%]	3.77	19	5.36	3.84	7.30
min.hodnota	3.47E-07	3.17E-06	7.87E-07	3.10E-07	2.48E-07
max. hodnota	3.71E-07	4.53E-06	8.76E-07	3.33E-07	2.87E-07
95% IS	<3.28E-07;3.96E-07>	<2.15E-06;5.97E-06>	<7.19E-07;9.4E-07>	<2.94E-07;3.56E-07>	<2.2E-07;3.17E-07>

Tabulka č. 12 a: Získané hodnoty z měření na Flexometru - útek, statistické vyhodnocení

č. mtr. tuhost útek [N.m ²]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr= tuhost útku [N.m ²]	1.69E-07	2.52E-06	5.25E-08	2.34E-08	3.99E-07
směrodatná odchylka [N.m ²]	3.57E-08	2.38E-07	2.78E-09	2.61E-09	2.03E-08
variační koeficient[%]	21.20	9.46	5.30	11.10	5.08
min.hodnota	1.42E-07	2.35E-06	5.05E-08	2.12E-08	3.79E-07
max. hodnota	2.09E-07	2.79E-06	5.57E-08	2.63E-08	4.19E-07
95% IS	<8.01E-08;2.57E-07>	<1.93E-06;3.11E-06>	<4.56E-08;5.94E-08>	<1.69E-08;2.99E-08>	<3.49E-07;4.49E-07>

Tabulka č. 12 b: Získané hodnoty z měření na flexometru - útek, statistické vyhodnocení

č. mtr. tuhost / útek [N.m ²]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr = tuhost útku [N.m²]	3.27E-07	3.27E-06	4.73E-07	2.16E-07	1.63E-07
směrodatná odchylka [N.m²]	1.95E-08	5.52E-07	4.34E-08	1.01E-08	5.89E-09
variační koeficient[%]	5.97	16.90	9.18	4.67	3.62
min.hodnota	3.05E-07	2.64E-06	4.23E-07	2.05E-07	1.59E-07
max. hodnota	3.42E-07	3.67E-06	4.99E-07	2.25E-07	1.70E-07
95% IS	<2.78E-07;3.75E-07>	<1.9E-06;4.64E-06>	<3.65E-07;5.18E-07>	<1.91E-07;2.41E-07>	<1.48E-07;1.78E-07>

Vyhodnocení metodiky a výsledků:

Hodnocení ohybové tuhosti pomocí nenormované metodiky bylo zvoleno z důvodu nemožnosti provedení měření na jiných přístrojích, které jsou na měření této vlastnosti k dispozici na naší katedře. V období kdy jsem měření prováděla, došlo k poškození mnou vybraných přístrojů z důvodu stěhování katedry do jiných prostor. Při hledání alternativy vybraných metodik se nabízela tato, měření pomocí úhlu převisu materiálu na Flexometru FF-20 na Katedře textilních materiálů.

Metodiku bych označila jako časově nenáročnou na samotné zjištění úhlu převisu. Provedení měření není také dle mého názoru nijak obtížné. K následnému vyhodnocování naměřených úhlů a stanovování výsledných tuhostí, bych řekla, že jde o dosti složitou a časově náročnou metodiku. Samozřejmě s použitím počítačových programů by samotné vyhodnocení nebylo tolik časově náročné. Z výsledných hodnot tabulka č. 13, proměřovaných materiálů by měla být jasně viditelná závislost posuzovaných vlastností. Konkrétně, by měl materiál s číslem 7. vykazovat nejvyšší hodnotu, tudíž

největší tuhost. Naopak materiál s číslem 9. by měl vykazovat nejmenší hodnotu, protože se musí jevit jako nejméně tuhý.

Toto tvrzení se mi v měření po obou směrech potvrdilo pouze u materiálu s číslem 7. viz graf č. 7. , 8.

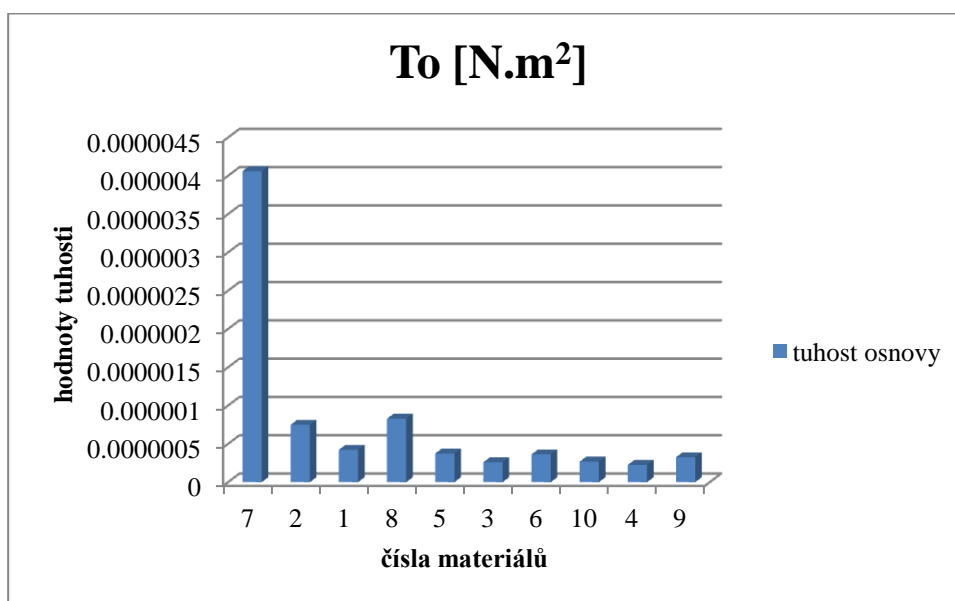
Při hodnocení závislosti průměrné jemnosti na průměrné tuhosti byla zjištěna hodnota korelačního koeficientu 0,9822, což znamená vysokou ovlivnitelnost tuhosti získané touto metodikou pomocí tohoto parametru.

Výsledné grafy č. 7, 8, vykazují klesající charakter, což bylo cílem měření pro následné porovnání závislosti metodik na sobě pomocí regrese. Poté pomocí korelačního koeficientu určíme stupeň závislosti metodik. Vyhodnocení a porovnání metodik mezi sebou nalezneme v práci od stránky 61.

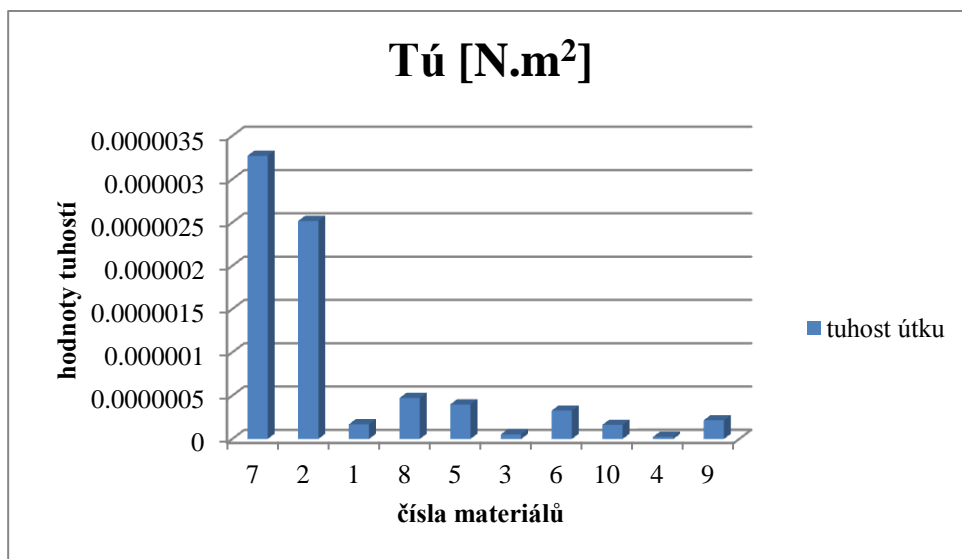
Tabulka č. 13: Výsledné hodnoty tuhostí s měření na Flexometru

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
tuhost osnovy [N.m ²]	4.06E-06	7.49E-07	4.22E-07	8.29E-07	3.74E-07	2.6E-07	3.62E-07	2.69E-07	2.25E-07	3.25E-07
tuhost útku [N.m ²]	3.27E-06	2.52E-06	1.69E-07	4.73E-07	3.99E-07	5.25E-08	3.27E-07	1.63E-07	2.34E-08	2.16E-07
průměrná tuhost [N.m ²]	3.67E-06	1.63E-06	2.95E-07	6.51E-07	3.86E-07	1.56E-07	3.45E-07	2.16E-07	1.24E-07	2.7E-07

Graf č. 7: Výsledné tuhosti materiálů ve směru osnovy



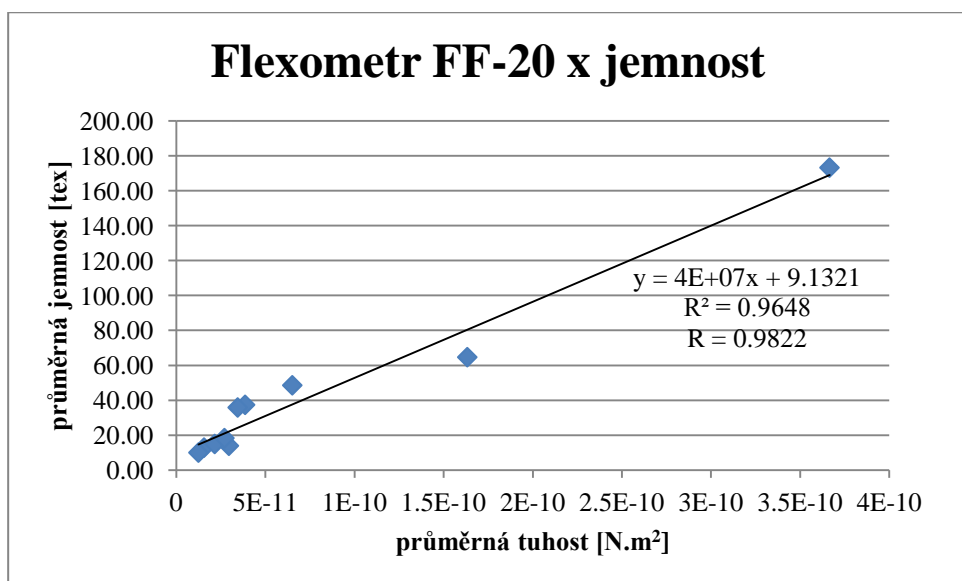
Graf č. 8: Výsledné tuhosti materiálů ve směru útku



Tabulka č. 14: Hodnoty průměrné tuhosti z Flexometru a průměrná jemnost

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
průměrná tuhost [N.m ²]	3.67E-06	1.63E-06	2.95E-07	6.51E-07	3.86E-07	1.56E-07	3.45E-07	2.16E-07	1.24E-07	2.7E-07
průměrná jemnost T [tex]	173.2	64.6	13.845	48.5	12.795	12.795	35.78	14.89	9.935	18.235

Graf č. 9: Závislost průměrné tuhosti na průměrné jemnosti



3.2.5 Metodika zjišťování ohybové tuhosti pomocí přístroje TH-7

- jedná se o metodiku, která svou podstatou, podmínkami provedení zkoušky a základním výpočtem vychází z ČSN 80 0858. Přístroj je zdokonalenější verzí přístroje TH-5, na kterém bylo možné proměřovat pouze vzorky obdélníkového tvaru. TH-7 nám umožňuje proměřování čtvercových vzorků pomocí ohybové síly, která je výsledným parametrem. Jež dále vyhodnocujeme podle vzorce (13) pro získání potřebných ohybových tuhostí v obou směrech.

[12] [18]

- vzorec pro ohybovou tuhost (T_o , T_u) v [N.m]

$$T = \frac{Fm}{b} * 0,034 \quad (13)$$

kde Fm ohybová síla [N.m²]
 b šířka vzorku [m]

Příprava vzorků:

Pracovní vzorky byly odebrány dle normy ČSN EN 12751[14] a ČSN EN 20139 [15]. Měření bylo realizováno pouze po lící straně vzorků. Takže bylo připraveno 12 vzorků (6 po směru osnovy a 6 po směru útku), o rozměrech 3x5 cm. Pracovní vzorky byly opatřeny značkami pro směr osnovy.

Postup měření:

Po spuštění zařízení a otevření programu, který si dále naměřená data zpracovává po doměření jednotlivých vzorků. Naměřená data jsou zobrazena na monitoru v grafech hysterezní křivky. Data jsou k uložení stažena v datovém formátu s příponou csv. který se dá při importu otevřít v excelu pro další zpracování a vyhodnocení.

Pracovní vzorek je upnut do pohyblivé čelisti, tak že okraj vzorku musí být shodný s okrajem čelisti. Zbytek pracovního vzorku je volně spuštěný v prostoru za snímacím čidlem ve tvaru písmene U, což umožňuje ohýbání vzorku o 90° do obou směrů (po lici i rubu). Poté se nastaví rozsah, při kterém přístroj textilií ohýbá, podle charakteru textilie. Tento soubor materiálů byl měřen při rozsahu 40 mN pouze u materiálu s číslem 2. a 7. byl zvolen rozsah vyšší 400 mN. Po zapnutí přístroje již nesaháme na čelist s upnutým pracovním vzorkem, došlo by pak k nežádoucí chybě při měření. Obrázek 15.

Pak zadávám příkazy inicializace, načti graf, tím se vynulují případné předchozí hodnoty z měření. Následně klikneme na ikonku dolní cyklus, protože toto měření se provádělo pouze po lícní straně vzorku. Opět ikonka načti graf, tím si zobrazíme hysterezní křivku našeho proměřovaného vzorku. Pak se data stáhnou s příslušnou příponou csv., a uložit do připravené složky na ploše.. Zařízení se poté vypne, pracovní vzorek se vyjme a takto si postupně proměříme všechny připravené vzorky.

Získaných dat je poněkud více, což je potřebné k vytvoření hysterezní křivky. Pro mé vyhodnocování byly potřebné pouze hodnoty ve 2° a 180° , které jsem získala přes data- filtr v excelu.

Tyto získané hodnoty byly zprůměrovány a statisticky vyhodnoceny v tabulce č. 15 a, b pro tuhost osnova a tabulce č. 16 a, b pro tuhost útku.

Posuzovaná průměrná jemnost neprokázala s touto metodikou žádnou vysokou závislost, korelační koeficient dosáhl pouze hodnoty 0,0721, což dokazuje zanedbatelnou závislost. Průměrné posuzované hodnoty dosažené do regresní přímky viz tabulka č. 18 a graf č. 13.



Legenda:

- 1- monitor pro import/export naměřených dat
- 2- tělo přístroje
- 3- pohyblivá upínací čelist
- 4- čidlo snímající ohybovou sílu měřeného vzorku
- 5- pracovní vzorek

Obrázek 15: Přístroj TH-7 pro zjišťování ohybové tuhosti na KHT

Tabulka č. 15a: Získané hodnoty z měření na TH7 - osnova, statistické vyhodnocení

č. mtr. ohybová síla osnova [mN]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr [mN]	4.00	4.98	2.30	0.83	3.80
směrodatná odchylka [mN]	0.66	0.59	0.14	0.11	0.29
variační koeficient[%]	16.59	11.93	6.20	13.27	7.75
min.hodnota	3.10	4.30	2.11	0.75	3.38
max. hodnota	5.01	5.70	2.49	1.04	4.16
95% IS	<3.31;4.70>	<4.36;5.61>	<2.15;2.45>	<0.72;0.95>	<3.49;4.11>
Tuhost osnovy[N.m]	1.82E-05	2.81E-05	6.00E-06	7.84E-07	1.64E-05

Tabulka č. 15b:

č. mtr. ohybová síla osnova [mN]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr [mN]	4.35	38.33	10.23	2.41	2.86
směrodatná odchylka [mN]	0.23	3.23	1.02	0.12	0.25
variační koeficient[%]	5.32	8.42	9.97	4.89	8.91
min.hodnota	4.06	33.50	8.41	2.24	2.55
max. hodnota	4.65	41.40	11.20	2.56	3.26
95% IS	<4.11;4.60>	<34.95;41.72>	<9.16;11.30>	<2.29;2.54>	<2.59;3.12>
Tuhost osnovy[N.m]	2.14E-05	1.67E-03	1.19E-04	6.60E-06	9.25E-06

Tabulka č. 16a: Získané hodnoty z měření na TH7 - útek, statistické vyhodnocení

č. mtr. ohybová síla útek [mN]	1.	2.	3.	4.	5.
průměr [mN]	2.12	31.87	0.82	0.91	4.18
směrodatná odchylka [mN]	0.48	8.76	0.04	0.07	0.08
variační koeficient[%]	22.75	27.50	4.71	7.38	2.02
min.hodnota	1.56	19.90	0.77	0.81	4.04
max. hodnota	2.76	40.70	0.88	1.01	4.29
95% IS	<1.62;2.63>	<22.67;41.06>	<0.78;0.86>	<0.84;0.98>	<4.09;4.27>
Tuhost útku [N.m]	5.10E-06	1.15E-03	7.68E-07	9.45E-07	1.98E-05

Tabulka č. 16b:

č. mtr. ohybová síla útek [mN]	6.	7.	8.	9.	10.
průměr [mN]	3.23	33.63	5.06	1.51	1.53
směrodatná odchylka [mN]	0.13	3.22	0.40	0.18	0.18
variační koeficient[%]	3.91	9.57	7.86	11.84	12.06
min.hodnota	3.07	30.00	4.56	1.33	1.33
max. hodnota	3.44	38.60	5.55	1.69	1.84
95% IS	<3.10;3.36>	<30.25;37.01>	<4.64;5.48>	<1.32;1.69>	<1.34;1.73>
Tuhost útku[N.m]	1.18E-05	1.28E-03	2.90E-05	2.57E-06	2.66E-06

Vyhodnocení metodiky a výsledků:

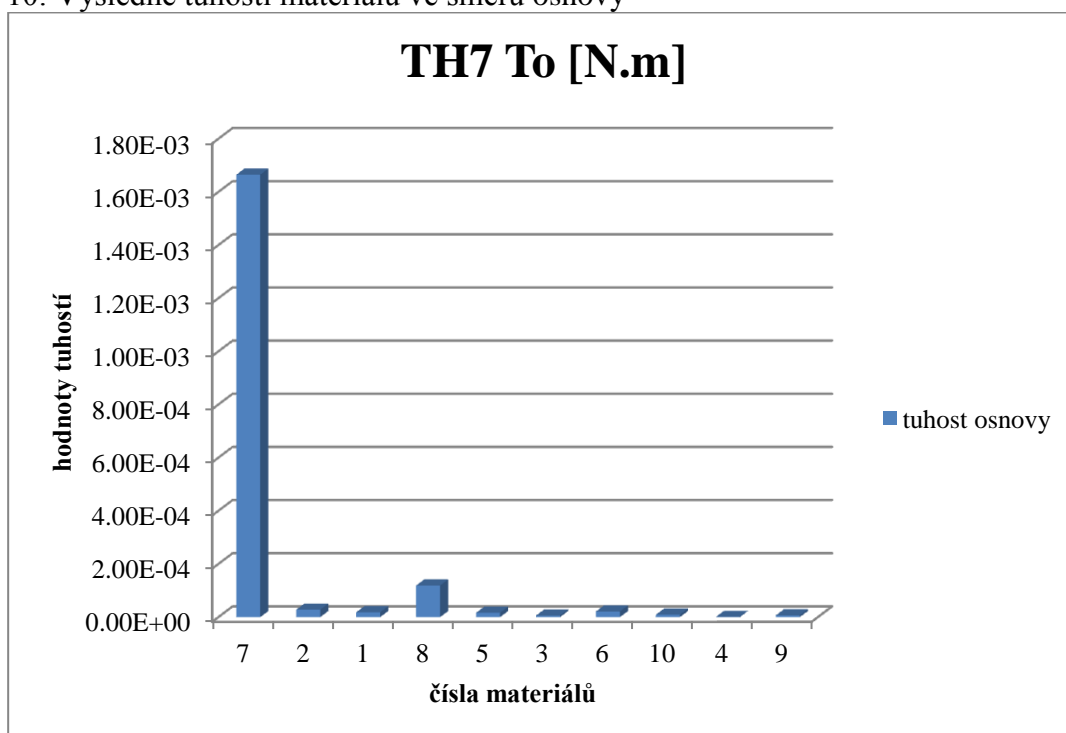
Vybraná metodika pomocí přístroje TH-7 na zjišťování ohybové tuhosti byla zvolena z důvodu mechanického provedení měření. Čímž jsem doufala v potvrzení závislosti posuzovaných vlastností, ještě ve větší míře, než v předchozí metodice. Bohužel se mi tato domněnka nepotvrdila, což je viditelné z výsledných hodnot tuhostí v tabulce č. 17 a také v grafech 10 a 11.

Metodiku bych zhodnotila velmi pozitivně, hlavně kvůli nenáročnosti na provedení a také z důvodu možnosti získání více výstupních hodnot než v předchozím případě.

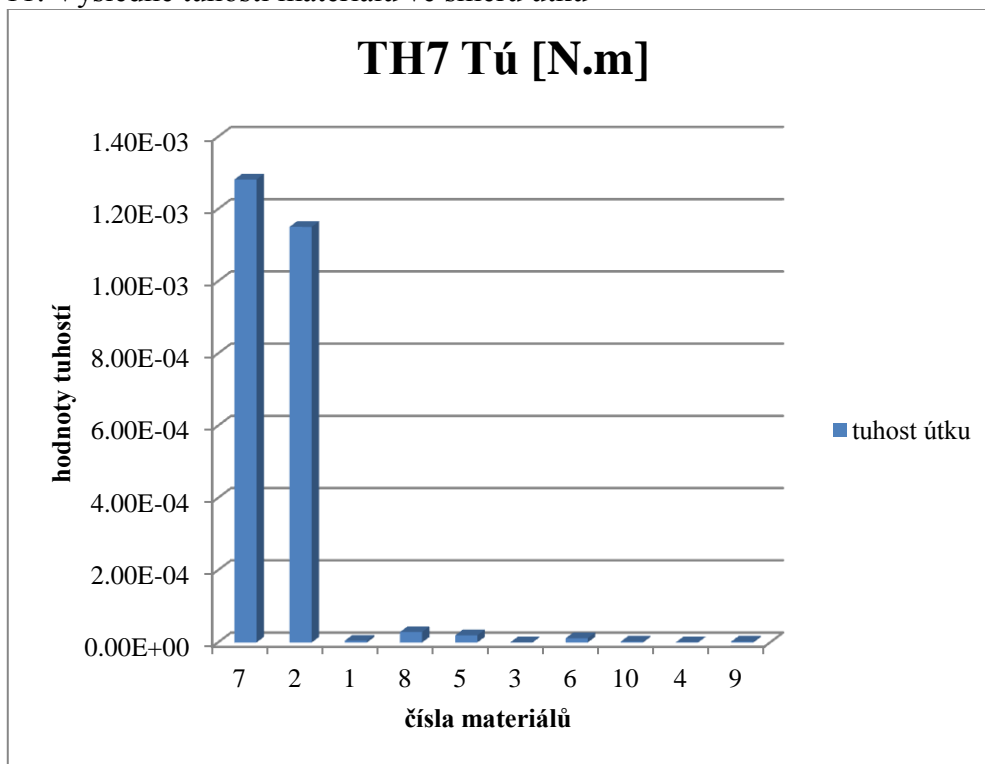
Tabulka č. 17: Výsledné hodnoty tuhostí získané s měření na přístroji TH-7

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
tuhost osnovy[N.m]	5.55E-05	4.53E-06	1.13E-06	7.25E-05	2.83E-05	1.02E-05	4.08E-05	1.13E-04	1.81E-05	9.18E-05
tuhost útku [N.m]	5.10E-06	1.15E-03	7.68E-07	9.45E-07	1.98E-05	1.18E-05	1.28E-03	2.90E-05	2.57E-06	2.66E-06
průměrná tuhost [N.m]	3.03E-05	5.78E-03	9.51E-07	3.67E-05	2.41E-05	1.1E-05	6.61E-03	7.12E-05	1.04E-05	4.72E-05

Graf č. 10: Výsledné tuhosti materiálů ve směru osnovy



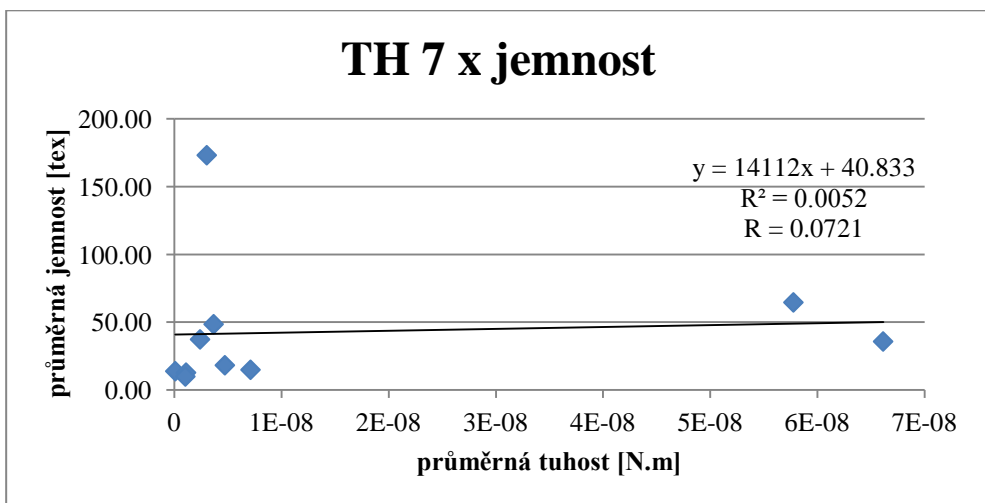
Graf č. 11: Výsledné tuhosti materiálů ve směru útku



Tabulka č. 18: Hodnoty průměrné tuhosti z TH 7 a průměrná jemnost

č. materiálu	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
průměrná tuhost [N.m]	3.03E-05	5.78E-03	9.51E-07	3.67E-05	2.41E-05	1.1E-05	6.61E-03	7.12E-05	1.04E-05	4.72E-05
průměrná jemnost T [tex]	173.2	64.6	13.845	48.5	12.795	12.795	35.78	14.89	9.935	18.235

Graf č. 12: Závislost průměrné tuhosti na průměrné jemnosti



3.3 Výsledné porovnání jednotlivých metodik pomocí regresních křivek

Vyhodnocování závislostí pomocí regresních křivek. V našem případě byla u bodových grafů zvolena lineární regrese, kterou lze použít v případě, že je závislost posuzovaných veličin x a y lineární. Pro upřesnění jde o proložení bodů v grafu regresní přímkou $y = a + bx$. Součet druhých mocnin odchylek jednotlivých bodů od přímky musí být minimální (metoda nejmenších čtverců).

Vysvětlivky k regresní přímce:

- a – regresní koeficient, určující posun na ose y (místo protnutí přímky s osou y)
- b – určuje sklon regresní přímky

Korelace (R) - značí vzájemný vztah mezi dvěma veličinami nebo procesy, pokud se ukáže hodnota R v intervalu $<-1;1>$ nastává pravděpodobnost, že posuzované procesy, veličiny na sobě závisejí. Nelze však jednoznačně říct, že jsou pro sebe následkem či příčinou.

Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu ρ [-1]:

- nejprve se vypočte aritmetický průměr souborů X a Y , střední hodnota součinu odchylek od těchto průměrů, tím získáme kovarianci cov (absolutní veličiny, pro výpočet relativní veličiny), následně celé dělíme násobkem odmocnin rozptylů souboru X a Y .

$$\rho_{x,y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

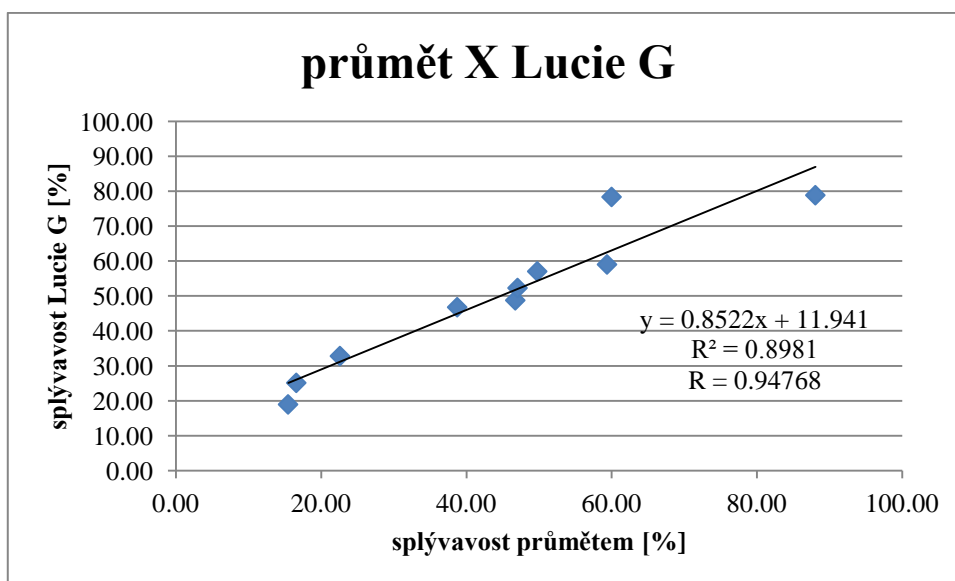
Po dosazení do tohoto vztahu, získáme hodnotu korelačního koeficientu z intervalu $<-1;1>$. Když $\rho = +1$ mezi X , Y přímá lineární závislost, $\rho = -1$ mezi X , Y nepřímá lineární závislost. V případě $\rho = 0$ jsou veličiny X , Y lineárně nezávislé, tudíž nekorelované, avšak nulová hodnota neznamená obecnou nezávislost, pouze tu lineární.

Počítání pomocí této zdlouhavé ruční metody nám již v dnešní době výpočetní techniky odpadá, již to za nás provádí MS Excel. Značení korelačního koeficientu v Excelu se nám zobrazí po zadání *zobrazit spojnicí trendu*, přičemž hodnota našeho hledaného R se musí získat z R^2 jejím odmocněním. Hodnota hledaná závislosti.[29]

3.3.1 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G

- graf s číslem 13 znázorňuje vzájemný vztah, vyjádřený pomocí korelačního koeficientu, dvou metodik hodnotících stejnou vlastnost, tj. splývavost. V grafu vidíme na ose x hodnoty splývavosti hodnocené průmětem a na ose y, hodnoty z obrazové analýzy se softwarem Lucie G. Již z grafů s čísly 1 a 3 jsou patrné velmi malé odlišnosti hodnot splývavosti u jednotlivých vzorků. Například rozdíl mezi nejméně splývacím vzorkem s číslem 7 u průmětu je hodnota splývavosti 15,45% u Lucie G 18,95% rozdíl hodnot o 3,5%. Postupně se rozdíly mezi metodikami zvyšují, pohybují se na hranici od 3,5 – 18,38% (schodovité uspořádání materiálů) tuto vysokou rozdílnost nám vykazuje vzorek materiálu s číslem 4. Což si můžeme dle mého názoru vysvětlit tím, že snímací technika u obrazové analýzy není tak náchylná na zanesení chyby lidským faktorem, oko vnímá každý průmět rozdílně, i když se při metodice průmětem dodržuje vnější okraj průmětu vzorku, lehce dojde k nepřesnostem (klepání rukou, nepozornost). Lineární příмка má rostoucí tendenci a výsledná hodnota korelace se rovná 0,94768. Tudíž závislost metodik lze zhodnotit jako velmi vysokou.

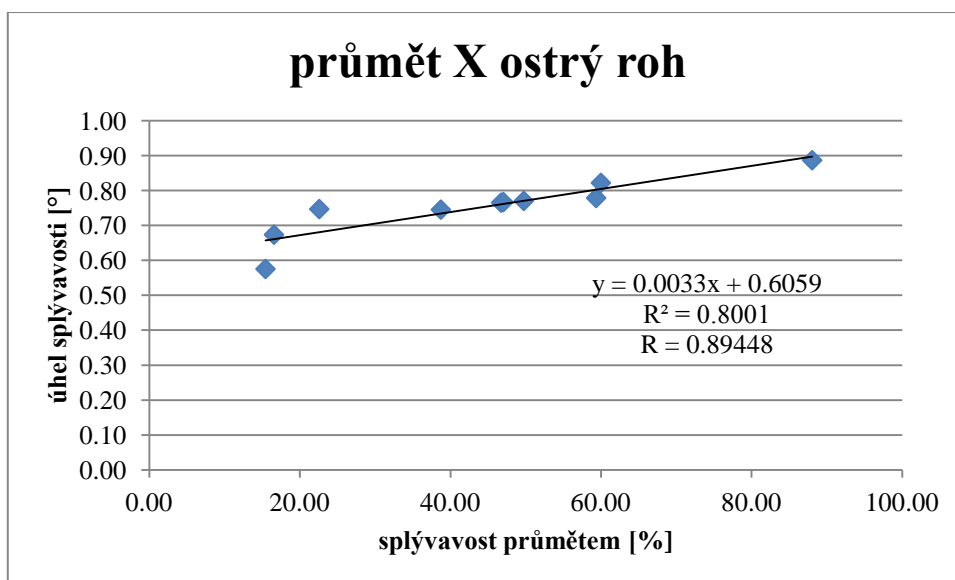
Graf č. 13: Regresní příмка metodik hodnocení splývavosti průmětem a Lucíí G



3.3.2 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou zjišťování splývavosti ohybem přes ostrý roh

- graf s číslem 14 ukazuje vzájemný vztah dvou metodik, které opět posuzují stejnou vlastnost. Jenže rozdíl s předchozího srovnání je ten, že výslednou hodnotou u metodiky hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh je úhel splývavosti. Na ose x jsou hodnoty splývavosti průmětem a na ose y hodnoty úhlů splývavosti. Lineární přímka má opět rostoucí tendenci a výsledná korelace nabývá hodnoty 0,89448. Takže opět vyšší závislost. U metodiky hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh nejsou tak rapidní odlišnosti v úhlech splývavosti, rozdíly dosahují hodnot, u nejméně splývavého materiálu č. 7. $0,575^\circ$ a nejvíce splývavý vykazuje hodnotu $0,887^\circ$. Přechody úhlů mezi materiály jsou nepatrné s hodnotou cca $0,10^\circ$. Největší rozdílný úhel splývavosti vykazuje nejméně splývavý materiál 7. s nejsplývavějším s číslem 9. dosahuje hodnoty $0,31^\circ$. Viz graf č. 5. Tato metodika nám opět potvrzuje pořadí materiálů shodné s předešlými metodikami hodnocení průmětem a obrazovou analýzou.

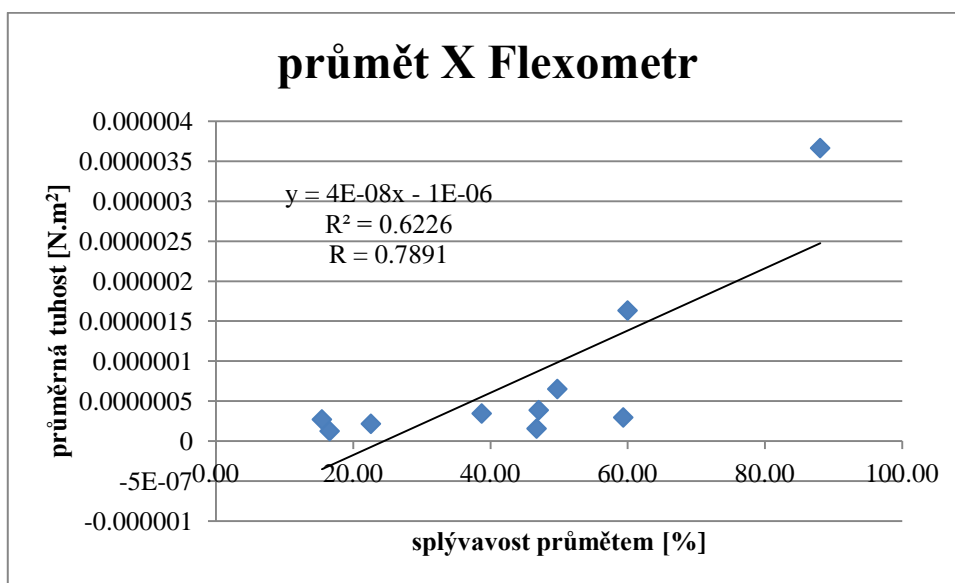
Graf č. 14: Regresní přímka metodik hodnocení průmětem a ostrého rohu



3.3.3 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou hodnocení ohybové tuhosti pomocí Flexometru FF-20

- zobrazená lineární přímka v grafu s číslem 15 nám demonstruje závislost s hodnotou korelačního koeficientu 0,7891, což značí podstatnou závislost posuzovaných vlastností těmito metodikami. Orientace přímky má rostoucí tendenci. Jelikož je tuhost v ohybu opakem splývavosti, musely být hodnoty na ose y zaneseny v opačném pořadí pro možnost následného srovnání metodik mezi sebou. Z grafů č. 7 a 8 jsou opět patrné schodovité přechody mezi jednotlivými proměřovanými materiály. Hodnota největšího rozdílu průměrné tuhosti zjištěné pomocí Flexometru FF-20, mezi nejtužším materiálem číslo 7 a nejméně tuhým s číslem 9 je roven $3,4\text{E-}06 \text{ N.m}^2$.

Graf č. 15: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti průmětem a tuhosti pomocí Flexometru FF-20

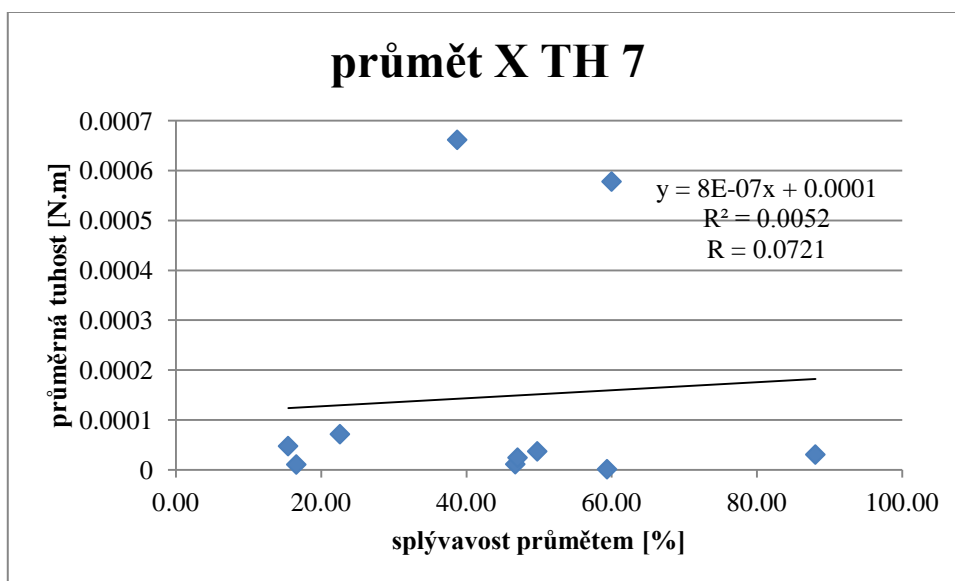


3.3.4 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti průmětem s metodikou hodnocení ohybové tuhosti na přístroji TH 7

- podle srovnání metodik hodnocení splývavosti průmětem a hodnocení ohybové tuhosti pomocí TH 7 můžeme jasně stanovit podle hodnoty korelačního koeficientu, že porovnávání těchto dvou metodik nemá žádný význam, protože vykazuje zanedbatelnou hodnotu závislosti. Hodnota korelace je 0,0721.

Z grafů č 10 a 11 můžeme vidět opět nějaký náznak schodovitého přechodu hodnot v něm porovnávaných, ovšem shodnost nastala pouze taková, že materiál číslo 7 se jevil jako nejtěžší u metodiky TH 7 a nejméně splývavý u metodiky posuzované průmětem. Poté naměřené hodnoty nevykazovaly mírně schodovitý charakter, spíše dosahují rapidně klesajících hodnot. Rozdíl mezi nejtěžším materiálem 7 a nejméně tuhým je roven hodnotě 1,69E-05 N.m.

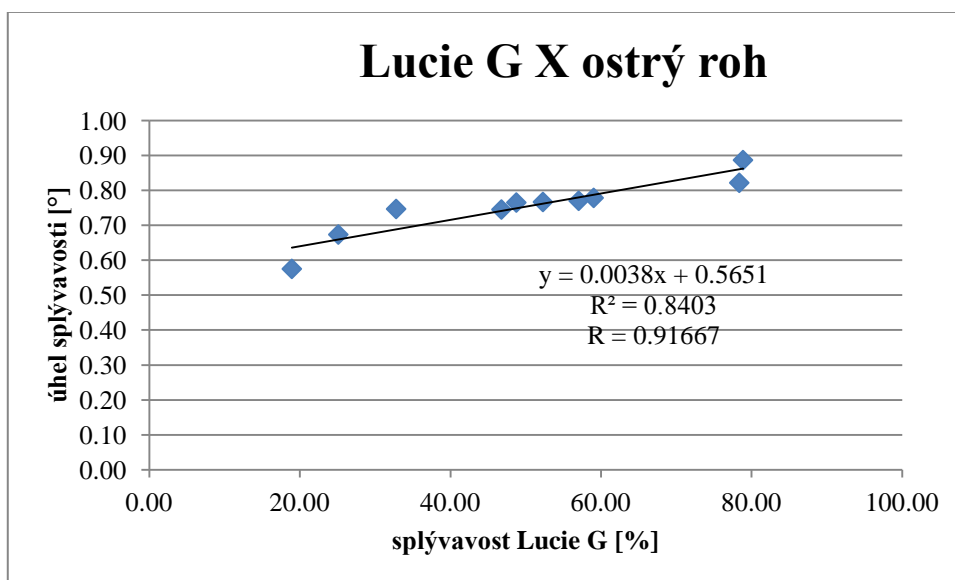
Graf č. 16: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti průmětem a tuhosti na TH-7



3.3.5 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G s metodikou hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh

- z grafu s číslem 17 je viditelná vysoká závislost hodnocených metodik už díky výsledné korelaci s hodnotou 0,91667. Korelace z porovnávání metodiky ohybem přes ostrý roh a splývavosti hodnocené průmětem dosahovala hodnoty $R = 0,89448$. Hodnota závislosti je mezi posuzovanými metodikami v grafu 17 ve srovnání vyšší o hodnotu 0,02219. Což určuje vyšší závislost těchto metodik na hodnocení splývavosti.

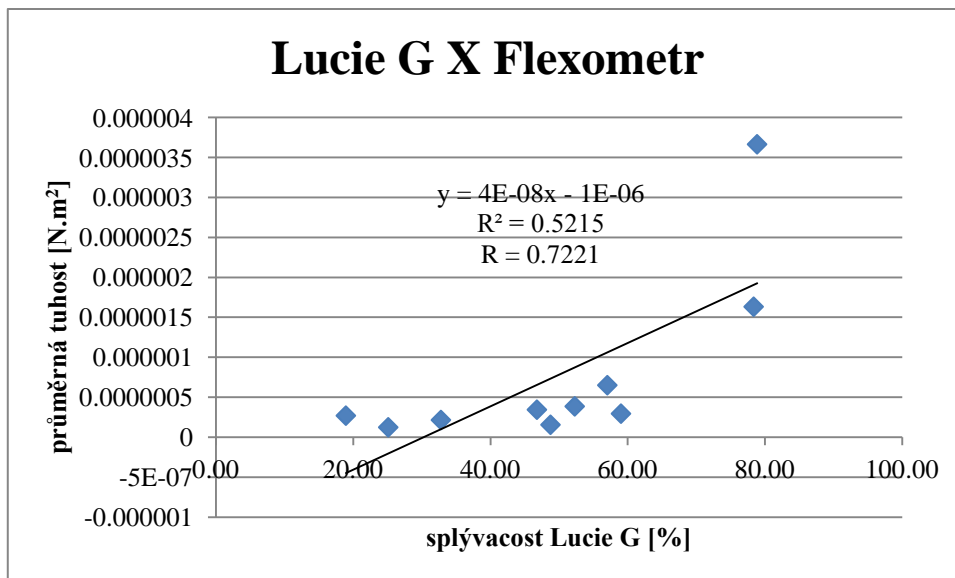
Graf č. 17: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti pomocí Lucie G a ostrého rohu



3.3.6 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G s metodikou hodnocení ohybové tuhosti pomocí flexometru FF-20

- z grafu číslo 18, můžeme konstatovat relativně dobrou závislost metodik na hodnocené splývavosti pomocí obrazové analýzy a ohybem přes ostrý roh. Hodnota korelačního koeficientu 0,7221. Při porovnávání závislosti s metodikou na hodnocení splývavosti průmětem korelace dosahovala vyšší hodnoty závislosti. Hodnota udávala $R = 0,7891$, z čehož vyplývá trochu vyšší závislost ve zmíněných metodikách o hodnotu rozdílu koeficientů 0,067 než ve srovnání v grafu č. 18.

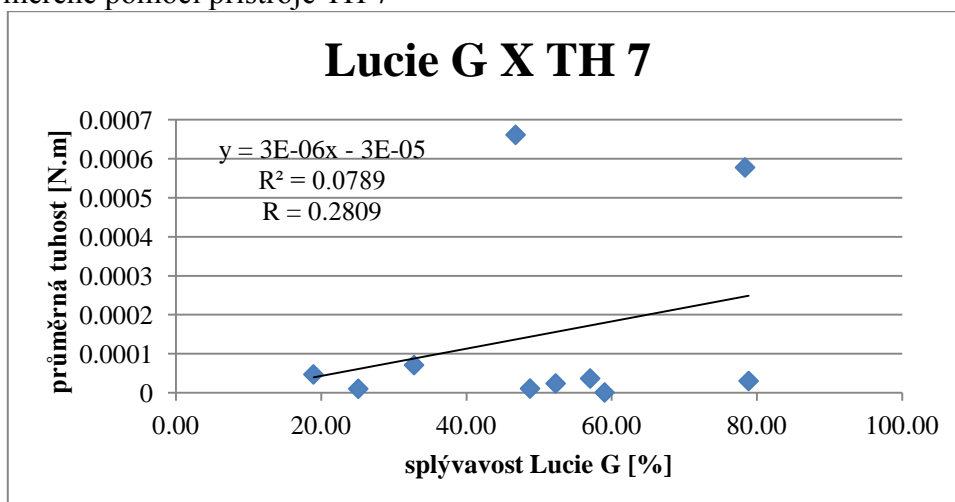
Graf č. 18: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti pomocí Lucie G a ohybové tuhosti měřené pomocí Flexometru FF-20



3.3.7 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy se softwarem Lucie G s metodikou hodnocení ohybové tuhosti zjišťované pomocí přístroje TH 7

- výsledkem srovnání metodik hodnocení splývavosti obrazovou analýzou a tuhostí v ohybu pomocí přístroje TH 7 je velmi malá závislost srovnávaných metodik. Hodnota korelačního koeficientu 0,2809 to dokazuje. Ovšem v porovnání hodnoty korelace u srovnávání metodiky hodnocení splývavosti průmětem, kde byl $R = 0,0721$ je závislost vyšší o to o hodnotu rozdílu 0,2088.

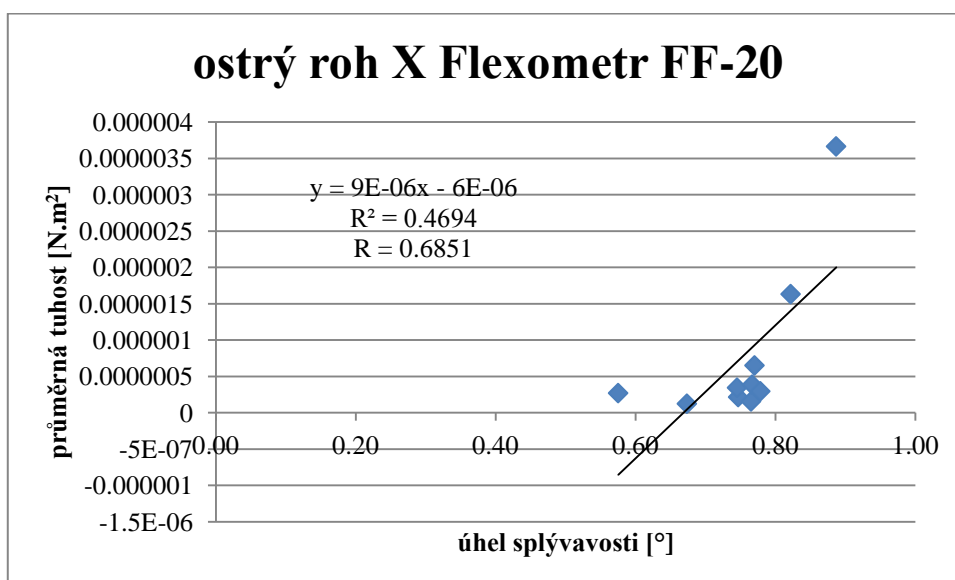
Graf č. 19: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti pomocí Lucie G a ohybové tuhosti měřené pomocí přístroje TH 7



3.3.8 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh s metodikou hodnocení ohybové tuhosti pomocí Flexometru FF-20

- hodnota korelace u tohoto srovnání metodiky na hodnocení splývavosti a tuhosti v ohybu udává hodnotu závislosti lehce nadprůměrem. $R = 0,6851$. Směr přímky a kladná výsledná hodnota nám udává přímou závislost hodnocených veličin. Viditelné z grafu č. 20. Když srovnáme tuto hodnotu koeficientu s porovnáváním metodik hodnocení splývavosti obrazovou analýzou a tuhostí v ohybu pomocí Flexometru, kde $R = 0,7221$ dostáváme menší závislost o rozdíl 0,037.

Graf č. 20: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh a ohybové tuhosti měřené pomocí Flexometru FF-20

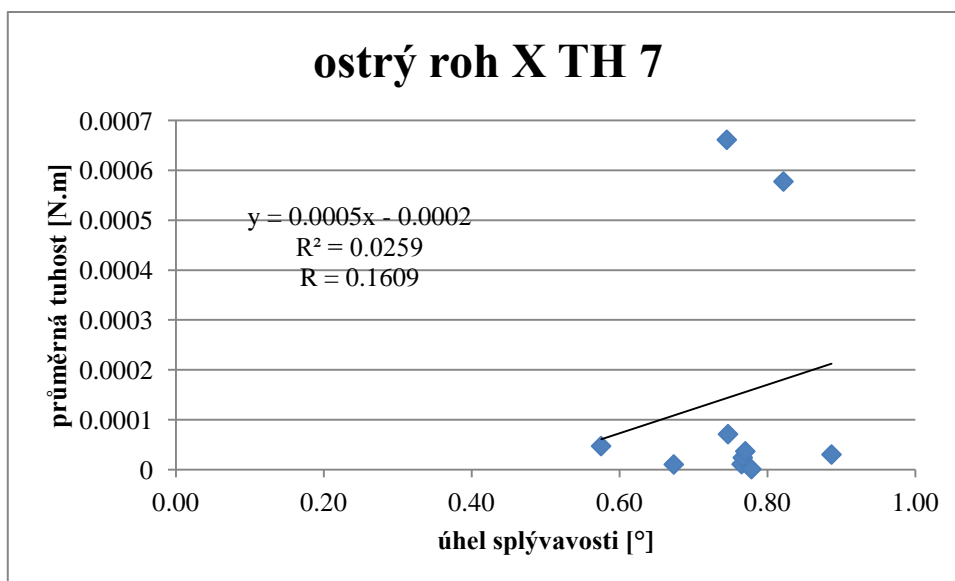


3.3.9 Srovnání metodiky hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh s metodikou hodnocení ohybové tuhosti zjišťované pomocí přístroje TH 7

- srovnávání a hledání závislosti mezi metodikou hodnotící splývavost ohybem přes ostrý roh a metodikou zjišťování tuhosti v ohybu na přístroji TH 7 se projevilo díky korelačnímu koeficientu 0,1609 v podstatě zbytečné.

Hodnota se ani zdaleka nepřibližuje alespoň průměrné závislosti, jde o zanedbatelnou hodnotu. Ve srovnání při posuzování metodiky TH 7 a obrazové analýzy, kde byl $R = 0,2809$ vyšel rozdíl závislostí roven hodnotě 0,12.

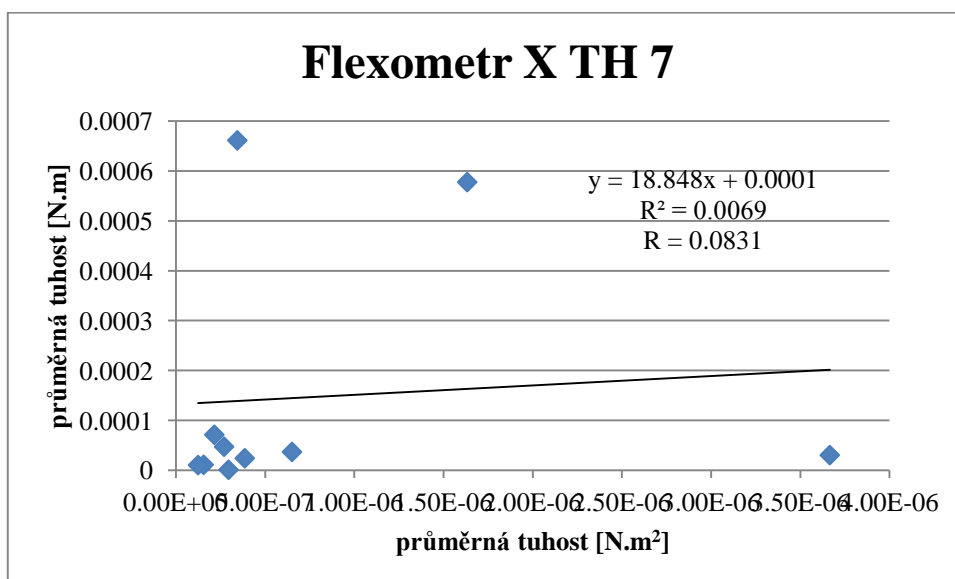
Graf č. 21: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh a ohybové tuhosti měřené pomocí přístroje TH 7



3.3.10 Srovnání metodiky hodnocení ohybové tuhosti měřené pomocí Flexometru FF-20 s metodikou hodnocení ohybové tuhosti zjišťované pomocí přístroje TH 7

- z grafu číslo 22 je možné posoudit rostoucí tendenci přímky, což nám naznačuje přímou závislost srovnávaných metodik. Ovšem velmi malá hodnota korelace 0,0831 nám ukazuje slabou až zanedbatelnou závislost těchto srovnávaných metodik hodnocení ohybové tuhosti.

Graf č. 22: Regresní křivka metodik hodnocení ohybové tuhosti na Flexometru FF-20 a ohybové tuhosti měřené pomocí přístroje TH 7



4 Závěr

Tato bakalářská práce na téma hodnocení splývavosti a tuhosti oděvních materiálů je členěna na dvě části. Část teoretickou a část experimentální.

V teoretické části se zabývá zprvu popisem základních parametrů, skupinou užitečných vlastností, do které splývavost a tuhost zařazujeme. Další část se zabývá objasněním pojmu splývavost a rešerší metodik, které byly dostupné ať už z českých nebo zahraničních literatur. Pojem tuhost je zde pak následně také objasněn. Je rozdělen na tuhost ve smyku a tuhost v ohybu. O smykové tuhosti se v práci nachází pouze zmínka, a to z důvodu toho, že práce se zabývá porovnáváním ohybové tuhosti se splývavostí. Rešerše dohledanými metodikami zjišťování ohybové tuhosti oděvních materiálů je posledním bodem teoretické části práce.

V experimentální části bylo cílem navržení experimentu pěti metodik na posuzování těchto vlastností, proměření zvoleného souboru oděvních materiálů těmito metodikami, zpracování naměřených hodnot, následné základní statistické vyhodnocení získaných dat. Porovnání metodik se základními ovlivňujícími parametry, v tomto případě byla vybrána pouze jemnost. To z důvodu mého domnění, že tento parametr je směrodatný pro mnou zvolené metodiky. Toto domnění se mi potvrdilo, což můžeme vidět z vysokých hodnot korelačních koeficientů jednotlivých metodik.

Závislost metodiky hodnocení splývavosti průmětem na jemnosti vykazovala hodnotu $R = 0,9944$. Splývavost zjišťovaná obrazovou analýzou a její závislost na jemnosti měla hodnotu $R = 0,9910$. Metodika hodnocení splývavosti pomocí ohybu přes ostrý roh s jemností nevykazovala tak vysokou hodnotu jako dvě předchozí metodiky $R = 0,8612$ ale ještě se závislost dá označit jako nadprůměrná. U metodik hodnocení tuhosti v ohybu se tato závislost projevila pouze u jedné z nich a to u nenormované metodiky zjišťování tuhosti v ohybu pomocí Flexometru FF-20, kde koeficient nabyl hodnotu $R = 0,9822$. Což mě ovšem nemile vyvedlo z mé domněnky, bylo zjištění korelačního koeficientu závislosti metodiky na zjišťování ohybové tuhosti pomocí přístroje TH 7 na jemnosti, vyšel $R = 0,0721$. Což lze považovat za zanedbatelnou závislost. Není vyloučeno, že mohlo dojít k chybě při vyhodnocování této metodiky.

Doporučením pro posuzování závislostí s ostatními základními parametry se nabízí jako případné další téma k řešení. Určitě dalším vysoce ovlivnitelným parametrem v řadě je vazba tkaniny. Mnou zvolený soubor materiálů, měl právě tu podmínku, že tkaniny museli mít právě shodnou vazbu (plátňovou). Doporučením tedy je, proměření souboru materiálů na vybraných metodikách a srovnání s vyhodnocenými závislostmi z této práce.

Při srovnávání metodik v další, poslední části práce jsem dospěla také k zajímavým poznatkům. U některých metodik se mi závislosti mezi sebou potvrdily, u některých nikoliv. Což je patrné díky vysokým hodnotám korelačních koeficientů. Vše doloženo v grafech výsledného vyhodnocení na stránkách 60 – 68.

Vysoké hodnoty závislosti dosahovali zejména ve srovnáních metodik splývavosti průmětem a obrazovou analýzou ($R = 0,9477$), průmětem a ohybem přes ostrý roh ($R = 0,89448$) a obrazové analýzy s ohybem přes ostrý roh ($R = 0,91667$).

Nadprůměrné hodnoty závislosti vykazovaly metodiky hodnocení splývavosti průmětem a ohybové tuhosti z Flexometru FF-20 ($R = 0,7891$), obrazovou analýzou a ohybové tuhosti z Flexometru FF-20 ($R = 0,7221$) a úhel splývavosti z metodiky ohybem přes ostrý roh s ohybovou tuhostí z Flexometru FF-20 ($R = 0,6851$).

Zanedbatelné hodnoty závislostí metodik na sobě vykazovali všechna srovnání s metodikou zjišťování tuhosti v ohybu pomocí přístroje TH 7. Ve srovnání s průmětem ($R = 0,0721$), s obrazovou analýzou ($R = 0,2809$), s ostrým rohem ($R = 0,1609$) i s metodikou hodnotící tuhost v ohybu zjišťovanou pomocí Flexometru FF-20 ($R = 0,0831$).

Díky zjištění tohoto faktu, lze použitou metodiku označit za nešťastně zvolenou v mém experimentu. Metodika se z tohoto vyhodnocení jeví jako neporovnatelná s ostatními zvolenými.

Proto bych závěrem doporučila ještě další měření pro lepší srovnání na tuhost v ohybu, nějakou normovanou metodikou například pomocí přístroje KES – FB2.

5 Seznam použité literatury:

- [1] Pařilová, H.: *Textilní zbožíznalství* [online]. 2005. [cit. 2011-12-15]. Dostupné na internetu: < <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-11-20/09-23-25.pdf>>
- [2] STANĚK, J. - KUBÍČKOVÁ, M.: *Oděvní materiály*, 1. vydání, VŠST Liberec 1986, ISBN 55-813-86
- [3] STANĚK, J.: *Nauka o textilních materiálech*, Díl 1., Část 4., *Vlastnosti délkových a plošných textilií*, 1. vydání, VŠST Liberec 1986, ISBN 55-801-88
- [4] Zelová, K.: *Výroba oděvů – přednášky* [online]. 2010 [cit. 2011-12-02]. Dostupné na internetu: < <http://www.kod.tul.cz/predmety/ODE/ode.html> >
- [5] ČSN 80 0835. *Zkoušení splývavosti plošných textilií průmětem*. Zrušená norma.
- [6] Kovačič, V.: *Textilní zkušebnictví*. Díl II, Liberec: TUL 2003. ISBN 80-7083-825-6
- [7] SODOMKA, L., Kůs Z.: *Poznámky k některým charakteristikám textilií*, Strutex, Liberec 2000, ISBN 80-7083-371-8
- [8] Interní norma č. 23-202-01/01. Výzkumné centrum Textil, Splývavost tkanin, Ohyb přes ostrý roh, 2003. [cit. 2011-12-27]. Dostupné na internetu: < http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-202-01_01.pdf>
- [9] Analýza obrazu [online].[cit. 2011-12-28]. Dostupné na internetu: <http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborI/obraz.pdf >
- [10] SODOMKA, L.: *Způsob hodnocení splývavosti textilií nebo jiných plošných útvarů*; Patentový spis, 1991
- [11] HES, L., *Úvod do komfortu textilií*, 1. Vydání, Liberec, TUL, 2003, ISBN 80-7083-682-2
- [12] ČSN 80 0858. *Zkoušení tuhosti a pružnosti plošných textilií*.
- [13] Fridrichová, L., *K problematice stanovení ohybové tuhosti plošných textilií*, Disertační práce, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 1999
- [14] ČSN EN 12751. *Textilie – odběr vzorků vláken, nití a plošných textilií ke zkouškám*.
- [15] ČSN EN 20139. *Textilie. Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení*.
- [16] Šálová Ivana, *Ověření vzájemného vztahu mezi anizotropií mačkovosti a splývavosti plošných textilií*, BP TUL, 2011

- [17] Multimediální návody na cvičení [online].[cit. 2012-03-20]. Dostupné na internetu:
<http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/zkouseni_textilii/ulohy/splyvavost/index.htm>
- [18] Fridrichová, L.: *K problematice ohybové tuhosti textilií*. [Habilitační práce]. Liberec. RUKOPIS.
- [19] Dostalová, M. – Křivánková, M., *Základy textilní a oděvní výroby*, 3. upravené vydání, Liberec, TUL, 2004, ISBN 80-7083-831-0
- [20] Naujokaitytė, L., Strazdienė, E., Fridrichová, L.: Comparative Analysis of Fabrics' Bending Behavior Testing Methods. Journal of Textile Clothing Technology. Vol. 56, No. 6, str. 343-349 (2007). ISSN-0492-5882
- [21] Kenkare N., May-Plumlee T.: Fabric Drape Measurement: A Modified Method Using Digital Image Processing; Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 2005, Vol. 4, No. 3
- [22] Glombíková, V.: *Příspěvek k predikaci splyvavosti textilií*; Disertační práce, TUL, Liberec, 2006
- [23] Hlavatý, J., Rydlo, P.: *Tester komplexní tuhosti textilií*; Rozšířený abstrakt, Studentská konference Fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Liberec, 2010
- [24] Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů [online].[cit. 2012-03-20]. Dostupné na internetu:
<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/SMYK_KES1.pdf>
- [25] Kuchařová Klára, *Závislost komplexní tuhosti textilií hodnocené novou metodou na KES parametrech*, BP TUL, 2010
- [26] Kolčavová Sirková, B., Mertová, I.: Dílčí projekt: Systém projektování textilních struktur, 2. etapa: Tvorba systému projektování „příze – tkanina“, *Ohybová tuhost příze*, Výzkumné centrum Textil, TUL 2004. [cit. 2012-03-27]. Dostupné na internetu:
<[http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.1_zaverecne_zpravy/\[1.1.13\].pdf](http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.1_zaverecne_zpravy/[1.1.13].pdf)>

- [27] Mílitký, J., Kovačič, V.: *Zkoušení textilií – přednášky* [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné na internetu: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080514/ZKB_prednaska_12.pdf>
- [28] Müllerová Petra, *Anizotropie ohybu textilií*, BP TUL, 2010
- [29] Wikipedie otevřená encyklopedie. *Charakteristika náhodné veličiny.*, 2011 [online] [cit. 2012-03-29]. Dostupné z <http://cs.wikipedia.org/wiki/Charakteristika_n%C3%A1hodn%C3%A9_veli%C4%8Diny>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Řez přístrojem na hodnocení splývavosti průmětem	17
Obrázek 2: Planimetr	18
Obrázek 3: Schéma zařízení pro obrazovou analýzu na KOD	19
Obrázek 4: Schéma zařízení k měření metodou skládaného pásku dle L. Sodomky	20
Obrázek 4a: Tvary křivek proužků textilie střižených pod různými úhly	21
Obrázek 4b: Zobrazení součinitele splývavosti v polárním diagramu	21
Obrázek 5: Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh	22
Obrázek 6: Znázornění průhybové čára měření dle tahového diagramu	25
Obrázek 7: Zařízení dle modifikované metody dle Sommera	26
Obrázek 8: Schéma přístroje na zjišťování tuhosti v ohybu TH 5.....	27
Obrázek 9: Přístroj Cantilever Test	28
Obrázek 10: Zařízení dle Schieffera	30
Obrázek 11: Zařízení na zjišťování splývavosti průmětem	35
Obrázek 12: Zařízení na měření splývavosti pomocí obrazové analýzy	40
Obrázek 13: Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh	45
Obrázek 14: Flexometr FF-20 na hodnocení tuhosti plošných textilií	49
Obrázek 15: Přístroj TH-7 pro zjišťování ohybové tuhosti na KHT	55

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Charakteristika materiálů	33
Tabulka č. 2: Zprůměrovaná data z měření průmětem + statistika.....	36
Tabulka č. 3: Pořadí materiálů dle výsledných splývavostí průmětem	37
Tabulka č. 4: Hodnoty splývavosti zjišťované průmětem a průměrná jemnost	38
Tabulka č. 5: Zprůměrované hodnoty z Lucie G + statistika.....	41
Tabulka č. 6: Pořadí materiálů dle hodnot splývavosti měřených obrazovou analýzou.	42
Tabulka č. 7: Hodnoty splývavosti zjišťované obrazovou analýzou a průměrná jemnost	43
Tabulka č. 8 a: Zprůměrované hodnoty úhlu splývavosti + statistika	45
Tabulka č. 8 b: Zprůměrované hodnoty úhlu splývavosti + statistika	45
Tabulka č. 9: Pořadí materiálů z hodnocení přes ostrý roh	46
Tabulka č. 10: Hodnoty úhlů splývavosti zjišťované ohybem přes ostrý roh a průměrná jemnost.....	47
Tabulka č. 11 a: Získané hodnoty z měření na Flexometru - osnova, statistické vyhodnocení.....	49
Tabulka č. 11b:	50
Tabulka č. 12 a: Získané hodnoty z měření na Flexometru - útek, statistické vyhodnocení.....	50
Tabulka č. 12 b: Získané hodnoty z měření na flexometru - útek, statistické vyhodnocení	51
Tabulka č. 13: Výsledné hodnoty tuhostí s měření na Flexometru	52
Tabulka č. 14: Hodnoty průměrné tuhosti z Flexometru a průměrná jemnost	53
Tabulka č. 15a: Získané hodnoty z měření na TH7 - osnova, statistické vyhodnocení..	56
Tabulka č. 15b:	56
Tabulka č. 16a: Získané hodnoty z měření na TH7 - útek, statistické vyhodnocení	57
Tabulka č. 16b:	57
Tabulka č. 17: Výsledné hodnoty tuhostí získané s měření na přístroji TH-7.....	58
Tabulka č. 18: Hodnoty průměrné tuhosti z TH 7 a průměrná jemnost	59

Seznam tabulek v přílohách:

Tabulka č. 2: Dílčí hodnoty z měření splývavosti průmětem	4
Tabulka č. 5: Dílčí hodnoty z měření splývavosti pomocí obrazové analýzy	4
Tabulka č. 8 a: Dílčí hodnoty úhlu splývavosti	5
Tabulka č. 8 b: Dílčí hodnoty úhlu splývavosti	5
Tabulka č. 11 a, b: Zprůměrované dílčí hodnoty z měření na flexometru - osnova	5
Tabulka č. 12 a, b: Zprůměrované dílčí hodnoty z měření na flexometru - útek	6
Tabulka č. 15 a, b: Dílčí hodnoty z měření na přístroji TH 7 - osnova	6
Tabulka č. 16 a, b: Dílčí hodnoty z měření na přístroji TH 7 - útek.....	6

Seznam grafů:


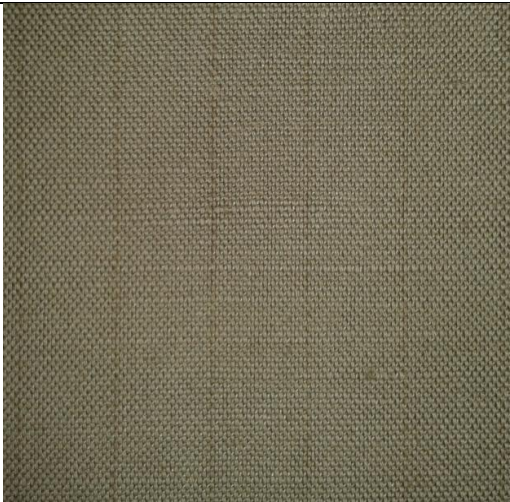


Graf č. 1: Splývavost průmětem	38
Graf č. 2: Závislost splývavosti hodnocené průmětem na jemnosti	38
Graf č. 3: Splývavost z Lucie G.....	43
Graf č. 4: Závislost splývavosti hodnocené obrazovou analýzou na jemnosti	43
Graf č. 5: Úhel splývavosti hodnocený metodikou ohybem přes ostrý roh.....	46
Graf č. 6: Závislost splývavosti hodnocené obrazovou analýzou na jemnosti	47
Graf č. 7: Výsledné tuhosti materiálů ve směru osnovy	52
Graf č. 8: Výsledné tuhosti materiálů ve směru útku	53
Graf č. 9: Závislost průměrné tuhosti na průměrné jemnosti	53
Graf č. 10: Výsledné tuhosti materiálů ve směru osnovy	58
Graf č. 11: Výsledné tuhosti materiálů ve směru útku	59
Graf č. 12: Závislost průměrné tuhosti na průměrné jemnosti	59
Graf č. 13: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti průmětem a Lucii G	61
Graf č. 14: Regresní přímka metodik hodnocení průmětem a ostrého rohu.....	62
Graf č. 15: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti průmětem a tuhosti pomocí Flexometru FF-20	63
Graf č. 16: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti průmětem a tuhosti na TH-7	64
Graf č. 17: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti pomocí Lucie G a ostrého rohu	65
Graf č. 18: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti pomocí Lucie G a ohybové tuhosti měřené pomocí Flexometru FF-20.....	66
Graf č. 19: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti pomocí Lucie G a ohybové tuhosti měřené pomocí přístroje TH 7	66
Graf č. 20: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh a ohybové tuhosti měřené pomocí Flexometru FF-20.....	67
Graf č. 21: Regresní přímka metodik hodnocení splývavosti ohybem přes ostrý roh a ohybové tuhosti měřené pomocí přístroje TH 7	68
Graf č. 22: Regresní křivka metodik hodnocení ohybové tuhosti na Flexometru FF-20 a ohybové tuhosti měřené pomocí přístroje TH 7	68

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Fotky souboru použitých materiálů k měření	2
Příloha č. 1.1: Dílčí hodnoty tloušťky materiálů	4
Příloha č. 2: Dílčí hodnoty z měření jednotlivými metodikami	4
Příloha č. 3: Živé obrazy materiálů z měření obrazovou analýzou	7
Příloha č. 4: Dílčí hodnoty měření tuhosti převísem na Flexometru FF-20	9

Přílohy

Příloha č. 1: Fotky souboru použitých materiálů k měření

7.	2.
	
1.	8.
	

5.	3.
	
6.	10.
	
4.	9.
	

Příloha č. 1.1: Dílčí hodnoty tloušťky materiálů

- tento základní parametr byl hodnocen podle ČSN EN ISO 5084 (80 0844)
 „Textilie – zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků.“ Na digitálním
 tloušťkoměru SDL M034A, který se nachází v laboratoři na Katedře oděvnictví.

Tabulka č. Dílčí hodnoty z měření na digitálním tloušťkoměru

č. materiálu tloušťka[mm]	7.	2.	1.	8.	5.	3.	6.	10.	4.	9.
1.	0.73	0.46	0.19	0.32	0.48	0.20	0.42	0.20	0.22	0.25
2.	0.72	0.44	0.19	0.32	0.48	0.20	0.41	0.19	0.23	0.26
3.	0.71	0.45	0.19	0.34	0.48	0.19	0.42	0.20	0.23	0.26
4	0.71	0.44	0.19	0.36	0.47	0.20	0.43	0.20	0.21	0.26
5.	0.71	0.45	0.19	0.34	0.46	0.19	0.39	0.20	0.21	0.26

Příloha č. 2: Dílčí hodnoty z měření jednotlivými metodikami

Tabulka č. 2: Dílčí hodnoty z měření splývavosti průmětem

č. mtr. plocha [cm ²]	1.	2.	3.	4.	5.
1	608.10	625.10	497.30	467.30	488.60
2	604.50	647.50	493.60	432.70	499.10
3	599.70	653.50	526.40	413.20	494.90
4	606.50	601.50	458.80	428.50	499.20
	6.	7.	8.	9.	10.
1	487.80	639.10	537.20	303.20	466.50
2	466.80	643.50	527.30	306.50	450.60
3	475.20	604.10	537.50	307.20	424.80
4	497.40	661.30	524.50	317.10	411.30

Tabulka č. 5: Dílčí hodnoty z měření splývavosti pomocí obrazové analýzy

č. mtr. plocha [cm ²]	1.	2.	3.	4.	5.
1	517.22	582.82	462.47	354.20	485.73
2	569.37	609.59	471.26	354.17	462.29

3	590.79	583.00	478.00	350.16	485.92
4	556.77	597.64	469.48	350.76	511.13
	6.	7.	8.	9.	10.
1	414.28	631.76	497.61	346.05	445.81
2	440.99	611.38	491.03	356.89	433.36
3	467.29	612.87	505.81	350.79	430.38
4	472.67	628.75	486.50	346.57	449.67

Tabulka č. 8 a: Dílčí hodnoty úhlu splývavosti

č. mtr. DA $\sin\varphi$ [°]	1.	2.	3.	4.	5.
osnova 1	0.74	0.7	0.75	0.82	0.76
2	0.73	0.68	0.76	0.79	0.75
3	0.71	0.69	0.75	0.81	0.77
útek 4	0.77	0.67	0.79	0.84	0.78
5	0.75	0.64	0.77	0.82	0.77
6	0.78	0.66	0.78	0.85	0.79

Tabulka č. 8 b: Dílčí hodnoty úhlu splývavosti

č. mtr. DA $\sin\varphi$ [°]	6.	7.	8.	9.	10.
osnova 1	0.78	0.58	0.72	0.86	0.76
2	0.76	0.6	0.73	0.84	0.74
3	0.77	0.59	0.74	0.83	0.75
útek 4	0.77	0.57	0.75	0.94	0.82
5	0.79	0.55	0.77	0.93	0.8
6	0.78	0.56	0.76	0.92	0.8

Tabulka č. 11 a, b: Zprůměrované dílčí hodnoty z měření na flexometru - osnova

č. mtr. tuhost O [N.m ²]	1.	2.	3.	4.	5.
1	3.14E-07	7.56E-07	2.55E-07	2.37E-07	3.82E-07
2	5.78E-07	7.82E-07	2.73E-07	2.28E-07	3.66E-07
3	3.74E-07	7.09E-07	2.51E-07	2.12E-07	3.73E-07
	6.	7.	8.	9.	10.
1	3.70E-07	3.17E-06	8.76E-07	3.33E-07	2.87E-07
2	3.71E-07	4.53E-06	7.87E-07	3.32E-07	2.71E-07
3	3.47E-07	4.49E-06	8.25E-07	3.10E-07	2.48E-07

Tabulka č. 12 a, b: Zprůměrované dílčí hodnoty z měření na flexometru - útek

č. mtr. tuhost útek [N.m ²]	1.	2.	3.	4.	5.
1	1.42E-07	2.42E-06	5.57E-08	2.63E-08	3.79E-07
2	1.55E-07	2.35E-06	5.12E-08	2.28E-08	4.19E-07
3	2.09E-07	2.79E-06	5.05E-08	2.12E-08	3.99E-07
	6.	7.	8.	9.	10.
1	3.42E-07	2.64E-06	4.98E-07	2.25E-07	1.59E-07
2	3.33E-07	3.50E-06	4.23E-07	2.17E-07	1.60E-07
3	3.05E-07	3.67E-06	4.99E-07	2.05E-07	1.70E-07

Tabulka č. 15 a, b: Dílčí hodnoty z měření na přístroji TH 7 - osnova

č. mtr. ohybová síla O [mN]	1.	2.	3.	4.	5.
1	3.10	4.40	2.18	1.04	3.81
2	3.50	5.50	2.32	0.85	3.38
3	4.04	5.30	2.42	0.75	3.69
4	5.01	5.70	2.28	0.83	4.16
5	4.35	4.70	2.49	0.75	3.66
6	4.02	4.30	2.11	0.77	4.11
	6.	7.	8.	9.	10.
1	4.38	35.60	11.12	2.49	2.70
2	4.21	33.50	10.10	2.31	3.26
3	4.06	39.90	10.54	2.56	2.77
4	4.21	41.40	11.20	2.24	2.82
5	4.65	41.40	8.41	2.44	3.04
6	4.58	38.20	10.02	2.44	2.55

Tabulka č. 16 a, b: Dílčí hodnoty z měření na přístroji TH 7 - útek

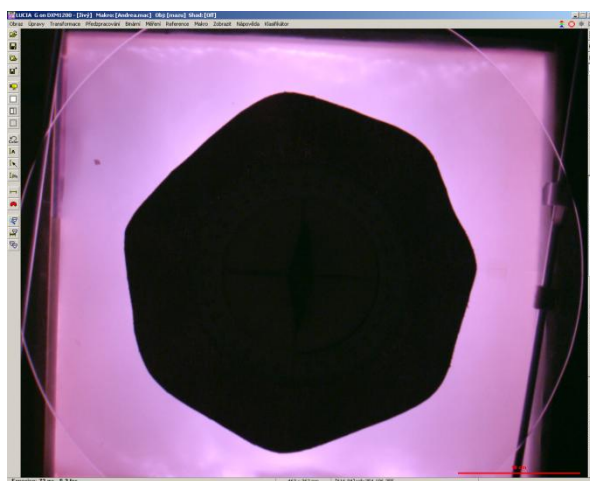
č. mtr. ohybová síla útek [mN]	1.	2.	3.	4.	5.
1	2.39	21.70	0.80	0.81	4.16
2	1.84	36.70	0.85	0.90	4.18

3	1.71	35.90	0.83	0.96	4.24
4	2.76	40.70	0.81	1.01	4.19
5	1.56	36.30	0.77	0.90	4.29
6	2.47	19.90	0.88	0.90	4.04
	6.	7.	8.	9.	10.
1	3.07	30.40	5.35	1.33	1.33
2	3.24	33.50	5.16	1.66	1.42
3	3.18	38.60	5.13	1.33	1.84
4	3.16	35.50	4.56	1.69	1.55
5	3.44	30.00	4.61	1.37	1.63
6	3.28	33.80	5.55	1.65	1.42

Příloha č. 3: Živé obrazy materiálů z měření obrazovou analýzou

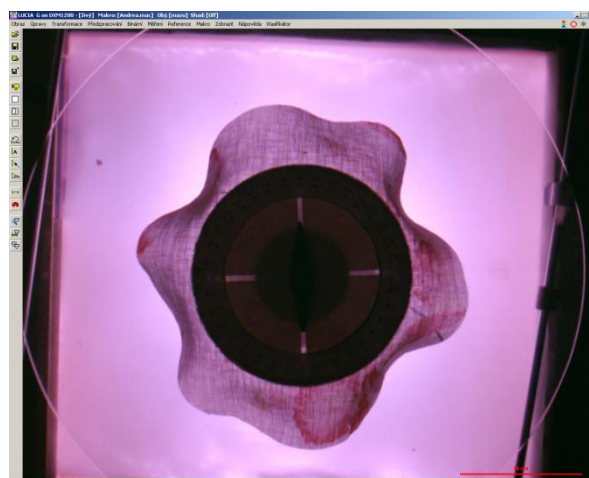
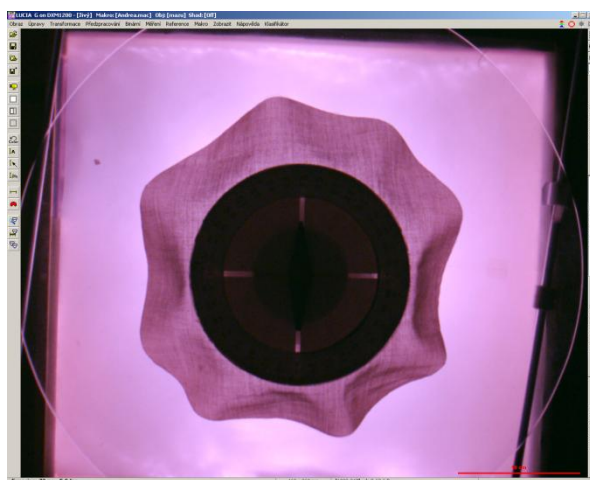
7.

2.

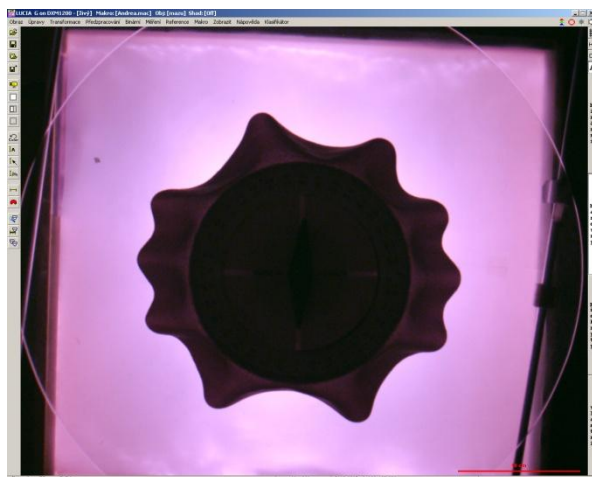


1.

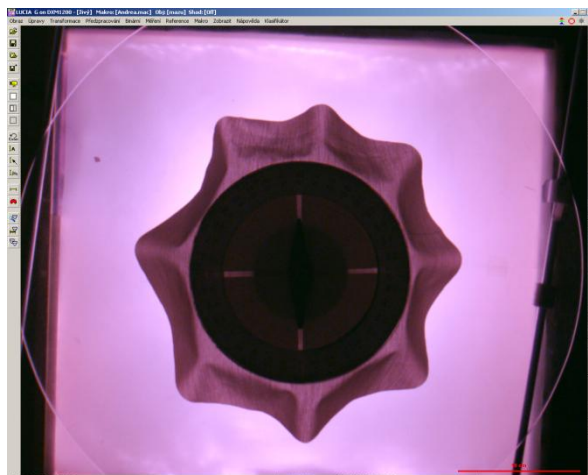
8.



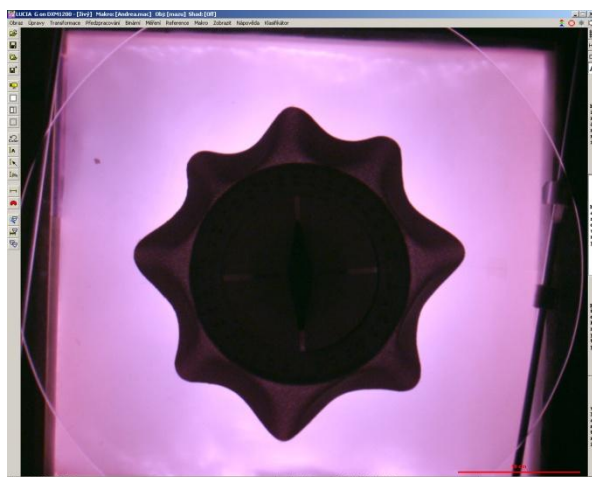
5.



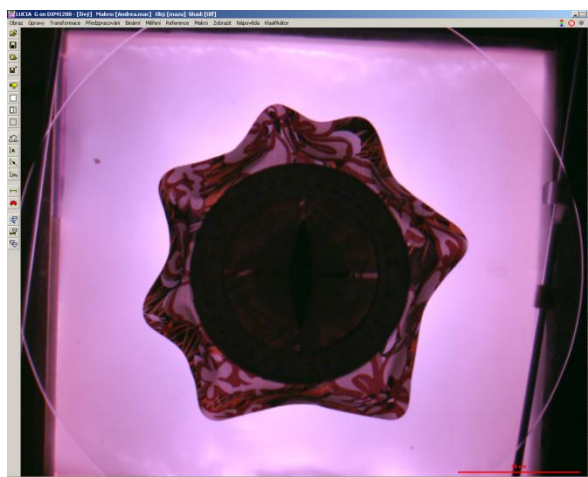
3.



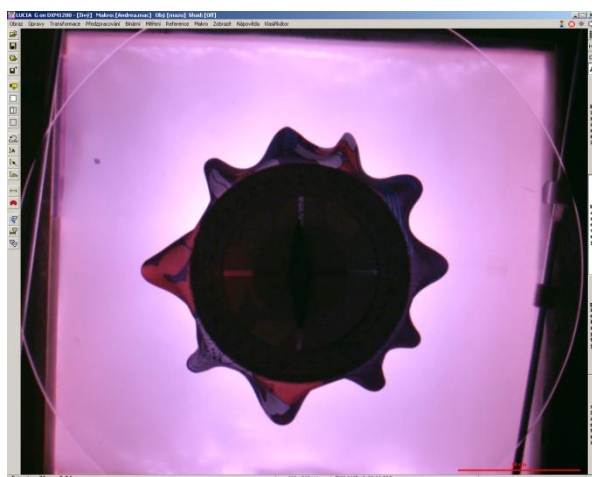
6.



10.



4.



9.



Příloha č. 4: Dílčí hodnoty měření tuhosti převisem na Flexometru FF-20Vzorek 1A: $m=0,0813 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	13	25	0,5380	0,2617	$3,476 \cdot 10^{-7}$	$1,691 \cdot 10^{-7}$
40	28	53	0,2281	0,0843	$3,493 \cdot 10^{-7}$	$1,291 \cdot 10^{-7}$
50	47	66	0,1069	0,0467	$3,197 \cdot 10^{-7}$	$1,397 \cdot 10^{-7}$
60	64	75	0,0517	0,0266	$2,672 \cdot 10^{-7}$	$1,374 \cdot 10^{-7}$
70	71	80	0,0350	0,0169	$2,872 \cdot 10^{-7}$	$1,387 \cdot 10^{-7}$
80	76	83	0,0246	0,0115	$3,014 \cdot 10^{-7}$	$1,408 \cdot 10^{-7}$
90	79	85	0,0187	0,0081	$3,262 \cdot 10^{-7}$	$1,413 \cdot 10^{-7}$

Vzorek 1B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	7	29	1,0161	0,2183	$6,564 \cdot 10^{-7}$	$1,410 \cdot 10^{-7}$
40	14	46	0,4976	0,1111	$7,619 \cdot 10^{-7}$	$1,701 \cdot 10^{-7}$
50	30	63	0,2091	0,0543	$6,254 \cdot 10^{-7}$	$1,624 \cdot 10^{-7}$
60	51	73	0,0914	0,0307	$4,724 \cdot 10^{-7}$	$1,586 \cdot 10^{-7}$
70	61	79	0,0597	0,0187	$4,899 \cdot 10^{-7}$	$1,535 \cdot 10^{-7}$
80	67	81	0,0442	0,0151	$5,415 \cdot 10^{-7}$	$1,849 \cdot 10^{-7}$
90	74	86	0,0286	0,0064	$4,989 \cdot 10^{-7}$	$1,116 \cdot 10^{-7}$

Vzorek 1C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	8	25	0,8873	0,2617	$5,732 \cdot 10^{-7}$	$1,691 \cdot 10^{-7}$
40	24	43	0,2746	0,1247	$4,205 \cdot 10^{-7}$	$1,909 \cdot 10^{-7}$
50	41	59	0,1347	0,0654	$4,028 \cdot 10^{-7}$	$1,955 \cdot 10^{-7}$
60	67	70	0,0442	0,0373	$2,284 \cdot 10^{-7}$	$1,927 \cdot 10^{-7}$
70	70	76	0,0373	0,0246	$3,061 \cdot 10^{-7}$	$2,018 \cdot 10^{-7}$
80	75	78	0,0266	0,0206	$3,258 \cdot 10^{-7}$	$2,523 \cdot 10^{-7}$
90	78	81	0,0206	0,0151	$3,593 \cdot 10^{-7}$	$2,634 \cdot 10^{-7}$

Vzorek 2A: $m=0,2375 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	14	11	0,4976	0,6401	$9,391 \cdot 10^{-7}$	$1,207 \cdot 10^{-6}$
40	37	15	0,1573	0,4625	$7,036 \cdot 10^{-7}$	$2,069 \cdot 10^{-6}$
50	56	23	0,0744	0,2886	$6,500 \cdot 10^{-7}$	$2,522 \cdot 10^{-6}$
60	67	35	0,0442	0,1703	$6,673 \cdot 10^{-7}$	$2,571 \cdot 10^{-6}$
70	73	44	0,0307	0,1200	$7,360 \cdot 10^{-7}$	$2,877 \cdot 10^{-6}$
80	78	54	0,0206	0,0809	$7,372 \cdot 10^{-7}$	$2,895 \cdot 10^{-6}$
90	80	63	0,0169	0,0543	$8,611 \cdot 10^{-7}$	$2,767 \cdot 10^{-6}$

Vzorek 2B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	15	10	0,4625	0,7062	$8,728 \cdot 10^{-7}$	$1,333 \cdot 10^{-6}$
40	36	16	0,1636	0,4317	$7,318 \cdot 10^{-7}$	$1,931 \cdot 10^{-6}$
50	54	24	0,0809	0,2746	$7,068 \cdot 10^{-7}$	$2,399 \cdot 10^{-6}$
60	66	34	0,0467	0,1772	$7,050 \cdot 10^{-7}$	$2,675 \cdot 10^{-6}$
70	72	46	0,0329	0,1111	$7,888 \cdot 10^{-7}$	$2,664 \cdot 10^{-6}$
80	77	56	0,0226	0,0744	$8,088 \cdot 10^{-7}$	$2,663 \cdot 10^{-6}$
90	80	63	0,0169	0,0543	$8,611 \cdot 10^{-7}$	$2,767 \cdot 10^{-6}$

Vzorek 2C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	16	7	0,4317	1,0161	$8,147 \cdot 10^{-7}$	$1,918 \cdot 10^{-6}$
40	38	12	0,1513	0,5849	$6,768 \cdot 10^{-7}$	$2,616 \cdot 10^{-6}$
50	55	21	0,0776	0,3202	$6,779 \cdot 10^{-7}$	$2,798 \cdot 10^{-6}$
60	67	31	0,0442	0,2005	$6,673 \cdot 10^{-7}$	$3,027 \cdot 10^{-6}$
70	74	41	0,0286	0,1347	$6,857 \cdot 10^{-7}$	$3,229 \cdot 10^{-6}$
80	79	54	0,0187	0,0809	$6,692 \cdot 10^{-7}$	$2,895 \cdot 10^{-6}$
90	81	61	0,0151	0,0597	$7,694 \cdot 10^{-7}$	$3,042 \cdot 10^{-6}$

Vzorek 3 A: $m=0,096 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	17	48	0,4044	0,1028	$3,085 \cdot 10^{-7}$	$7,842 \cdot 10^{-8}$
40	38	69	0,1513	0,0395	$2,736 \cdot 10^{-7}$	$7,142 \cdot 10^{-8}$
50	56	79	0,0744	0,0187	$2,628 \cdot 10^{-7}$	$6,604 \cdot 10^{-8}$
60	68	85	0,0419	0,0081	$2,557 \cdot 10^{-7}$	$4,943 \cdot 10^{-8}$
70	76	87	0,0246	0,0048	$2,384 \cdot 10^{-7}$	$4,652 \cdot 10^{-8}$
80	80	88	0,0169	0,0031	$2,445 \cdot 10^{-7}$	$4,484 \cdot 10^{-8}$
90	84	89	0,0098	0,0016	$2,018 \cdot 10^{-7}$	$3,295 \cdot 10^{-8}$

Vzorek 3B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	13	52	0,5380	0,0878	$4,104 \cdot 10^{-7}$	$6,698 \cdot 10^{-8}$
40	34	68	0,1772	0,0419	$3,204 \cdot 10^{-7}$	$7,576 \cdot 10^{-8}$
50	57	80	0,0713	0,0169	$2,518 \cdot 10^{-7}$	$5,968 \cdot 10^{-8}$
60	71	85	0,0350	0,0081	$2,136 \cdot 10^{-7}$	$4,943 \cdot 10^{-8}$
70	78	86	0,0206	0,0064	$1,996 \cdot 10^{-7}$	$6,202 \cdot 10^{-8}$
80	80	88	0,0169	0,0031	$2,444 \cdot 10^{-7}$	$4,484 \cdot 10^{-8}$
90	82	90	0,0133	0,0000	$2,739 \cdot 10^{-7}$	$0 \cdot 10^{-8}$

Vzorek 3C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	16	49	0,4317	0,0989	$3,293 \cdot 10^{-7}$	$7,544 \cdot 10^{-8}$
40	38	70	0,1513	0,0373	$2,736 \cdot 10^{-7}$	$6,745 \cdot 10^{-8}$
50	60	80	0,0625	0,0169	$2,207 \cdot 10^{-7}$	$5,968 \cdot 10^{-8}$
60	70	84	0,0373	0,0098	$2,276 \cdot 10^{-7}$	$5,981 \cdot 10^{-8}$
70	77	87	0,0226	0,0048	$2,190 \cdot 10^{-7}$	$4,652 \cdot 10^{-8}$
80	80	88	0,0169	0,0031	$2,445 \cdot 10^{-7}$	$4,484 \cdot 10^{-8}$
90	83	90	0,0115	0,0000	$2,369 \cdot 10^{-7}$	$0 \cdot 10^{-8}$

Vzorek 4 A: $m = 0,1093 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	36	65	0,1636	0,0499	1,421*E ⁻⁷	4,334*E ⁻⁸
40	56	78	0,0744	0,0206	1,532*E ⁻⁷	4,241*E ⁻⁸
50	67	85	0,0442	0,0081	1,777*E ⁻⁷	3,257*E ⁻⁸
60	72	88	0,0329	0,0031	2,286*E ⁻⁷	2,154*E ⁻⁸
70	77	89	0,0226	0,0016	2,494*E ⁻⁷	1,765*E ⁻⁸
80	79	89	0,0187	0,0016	3,080*E ⁻⁷	2,635*E ⁻⁸
90	80	90	0,0169	0,0000	3,963*E ⁻⁷	0*E ⁻⁸

Vzorek 4B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	41	62	0,1347	0,0570	1,170*E ⁻⁷	4,950*E ⁻⁸
40	57	79	0,0713	0,0187	1,468*E ⁻⁷	3,850*E ⁻⁸
50	67	85	0,0442	0,0081	1,777*E ⁻⁷	3,257*E ⁻⁸
60	74	88	0,0286	0,0031	1,987*E ⁻⁷	2,154*E ⁻⁸
70	77	89	0,0226	0,0016	2,494*E ⁻⁷	1,766*E ⁻⁸
80	79	90	0,0187	0,0000	3,080*E ⁻⁷	0*E ⁻⁸
90	80	90	0,0169	0,0000	3,963*E ⁻⁷	0*E ⁻⁸

Vzorek 4 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	43	63	0,1247	0,0543	1,083*E ⁻⁷	4,716*E ⁻⁸
40	60	78	0,0625	0,0206	1,287*E ⁻⁷	4,241*E ⁻⁸
50	69	87	0,0395	0,0048	1,588*E ⁻⁷	1,930*E ⁻⁸
60	74	88	0,0286	0,0031	1,987*E ⁻⁷	2,154*E ⁻⁸
70	78	89	0,0206	0,0016	2,273*E ⁻⁷	1,765*E ⁻⁸
80	79	90	0,0187	0,0000	3,080*E ⁻⁷	0*E ⁻⁸
90	81	90	0,0151	0,0000	3,541*E ⁻⁷	0*E ⁻⁸

Vzorek 5 A: $m = 0,18 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	27	29	0,2385	0,2183	3,411*E ⁻⁷	3,122*E ⁻⁷
40	49	50	0,0989	0,0951	3,353*E ⁻⁷	3,224*E ⁻⁷
50	63	64	0,0543	0,0517	3,596*E ⁻⁷	3,423*E ⁻⁷
60	72	74	0,0329	0,0286	3,765*E ⁻⁷	3,273*E ⁻⁷
70	77	78	0,0226	0,0206	4,106*E ⁻⁷	3,743*E ⁻⁷
80	81	80	0,0151	0,0169	4,096*E ⁻⁷	4,584*E ⁻⁷
90	83	82	0,0115	0,0133	4,441*E ⁻⁷	5,136*E ⁻⁷

Vzorek 5 B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	26	25	0,2497	0,2617	3,571*E ⁻⁷	3,743*E ⁻⁷
40	48	47	0,1028	0,1069	3,485*E ⁻⁷	3,624*E ⁻⁷
50	64	62	0,0570	0,0570	3,423*E ⁻⁷	3,774*E ⁻⁷
60	73	71	0,0307	0,0350	3,513*E ⁻⁷	4,005*E ⁻⁷
70	78	76	0,0206	0,0246	3,743*E ⁻⁷	4,470*E ⁻⁷
80	81	80	0,0151	0,0169	4,096*E ⁻⁷	4,584*E ⁻⁷
90	84	82	0,0098	0,0133	3,785*E ⁻⁷	5,136*E ⁻⁷

Vzorek 5 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	28	27	0,2281	0,2385	3,263*E ⁻⁷	3,411*E ⁻⁷
40	51	47	0,0914	0,1069	3,099*E ⁻⁷	3,624*E ⁻⁷
50	65	62	0,0492	0,0570	3,258*E ⁻⁷	3,774*E ⁻⁷
60	73	71	0,0307	0,0350	3,513*E ⁻⁷	4,005*E ⁻⁷
70	78	77	0,0206	0,0226	3,743*E ⁻⁷	4,106*E ⁻⁷
80	81	80	0,0151	0,0169	4,096*E ⁻⁷	4,584*E ⁻⁷
90	82	83	0,0133	0,0115	5,136*E ⁻⁷	4,441*E ⁻⁷

Vzorek 6 A: $m = 0,1742 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	24	34	0,2746	0,1772	3,801*E ⁻⁷	2,453*E ⁻⁷
40	49	54	0,0989	0,0809	3,245*E ⁻⁷	2,654*E ⁻⁷
50	64	66	0,0517	0,0467	3,313*E ⁻⁷	2,993*E ⁻⁷
60	72	74	0,0329	0,0286	3,643*E ⁻⁷	3,167*E ⁻⁷
70	78	79	0,0206	0,0187	3,622*E ⁻⁷	3,288*E ⁻⁷
80	81	80	0,0151	0,0169	3,964*E ⁻⁷	4,436*E ⁻⁷
90	83	82	0,0115	0,0133	4,298*E ⁻⁷	4,971*E ⁻⁷

Vzorek 6 B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	30	34	0,2091	0,1772	2,894*E ⁻⁷	2,453*E ⁻⁷
40	50	55	0,0951	0,0776	3,120*E ⁻⁷	2,546*E ⁻⁷
50	65	67	0,0492	0,0442	3,153*E ⁻⁷	2,833*E ⁻⁷
60	73	75	0,0307	0,0266	3,399*E ⁻⁷	2,946*E ⁻⁷
70	77	79	0,0226	0,0187	3,974*E ⁻⁷	3,288*E ⁻⁷
80	80	82	0,0169	0,0133	4,436*E ⁻⁷	4,971*E ⁻⁷
90	82	83	0,0133	0,0115	4,971*E ⁻⁷	4,298*E ⁻⁷

Vzorek 6 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	27	36	0,2385	0,1636	3,301*E ⁻⁷	2,265*E ⁻⁷
40	51	56	0,0914	0,0744	2,999*E ⁻⁷	2,441*E ⁻⁷
50	64	68	0,0517	0,0419	3,313*E ⁻⁷	2,685*E ⁻⁷
60	73	76	0,0307	0,0246	3,399*E ⁻⁷	2,724*E ⁻⁷
70	78	80	0,0206	0,0169	3,622*E ⁻⁷	2,972*E ⁻⁷
80	81	81	0,0151	0,0151	3,964*E ⁻⁷	3,964*E ⁻⁷
90	84	83	0,0098	0,0115	3,663*E ⁻⁷	4,298*E ⁻⁷

Vzorek 7 A: $m = 0,461 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	6	7	1,1877	1,0161	4,351*E ⁻⁶	3,722*E ⁻⁶
40	13	16	0,5380	0,4317	4,671*E ⁻⁶	3,748*E ⁻⁶
50	27	38	0,2385	0,1513	4,045*E ⁻⁶	2,566*E ⁻⁶
60	45	54	0,1155	0,0809	3,385*E ⁻⁶	2,371*E ⁻⁶
70	59	67	0,0654	0,0442	3,043*E ⁻⁶	2,057*E ⁻⁶
80	68	74	0,0419	0,0286	2,912*E ⁻⁶	1,987*E ⁻⁶
90	74	78	0,0286	0,0206	2,829*E ⁻⁶	2,037*E ⁻⁶

Vzorek 7 B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	4	5	1,7865	1,0161	6,544*E ⁻⁶	5,229*E ⁻⁶
40	10	13	0,7062	0,4317	6,132*E ⁻⁶	4,671*E ⁻⁶
50	22	31	0,3037	0,1513	5,150*E ⁻⁶	3,400*E ⁻⁶
60	40	47	0,1400	0,0809	4,103*E ⁻⁶	3,133*E ⁻⁶
70	56	60	0,0744	0,0442	3,462*E ⁻⁶	2,908*E ⁻⁶
80	66	69	0,0467	0,0286	3,244*E ⁻⁶	2,744*E ⁻⁶
90	73	76	0,0307	0,0206	3,036*E ⁻⁶	2,433*E ⁻⁶

Vzorek 7 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	3	4	2,3843	1,7865	8,734*E ⁻⁶	6,544*E ⁻⁶
40	11	13	0,6401	0,5380	5,558*E ⁻⁶	4,671*E ⁻⁶
50	26	31	0,2497	0,2005	4,235*E ⁻⁶	3,400*E ⁻⁶
60	43	47	0,1247	0,1069	3,654*E ⁻⁶	3,133*E ⁻⁶
70	57	60	0,0713	0,0625	3,318*E ⁻⁶	2,908*E ⁻⁶
80	67	70	0,0442	0,0373	3,070*E ⁻⁶	2,591*E ⁻⁶
90	74	76	0,0286	0,0246	2,829*E ⁻⁶	2,433*E ⁻⁶

Vzorek 8 A: $m = 0,1524 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	10	20	0,7062	0,3382	8,552*E ⁻⁷	4,096*E ⁻⁷
40	24	42	0,2746	0,1296	7,882*E ⁻⁷	3,720*E ⁻⁷
50	40	53	0,1400	0,0843	7,849*E ⁻⁷	4,726*E ⁻⁷
60	51	62	0,0914	0,0570	8,855*E ⁻⁷	5,522*E ⁻⁷
70	61	72	0,0597	0,0329	9,184*E ⁻⁷	5,061*E ⁻⁷
80	68	75	0,0419	0,0266	9,622*E ⁻⁷	6,108*E ⁻⁷
90	74	80	0,0286	0,0169	9,351*E ⁻⁷	5,591*E ⁻⁷

Vzorek 8 B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	11	21	0,6401	0,3202	7,752*E ⁻⁷	3,878*E ⁻⁷
40	23	40	0,2886	0,1400	8,284*E ⁻⁷	4,019*E ⁻⁷
50	39	56	0,1455	0,0744	8,157*E ⁻⁷	4,171*E ⁻⁷
60	52	68	0,0878	0,0419	8,506*E ⁻⁷	4,059*E ⁻⁷
70	64	74	0,0517	0,0286	7,954*E ⁻⁷	4,400*E ⁻⁷
80	73	78	0,0307	0,0206	7,050*E ⁻⁷	4,731*E ⁻⁷
90	77	82	0,0226	0,0133	7,389*E ⁻⁷	4,349*E ⁻⁷

Vzorek 8 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	14	20	0,4976	0,3382	6,026*E ⁻⁷	4,096*E ⁻⁷
40	24	38	0,2746	0,1513	7,882*E ⁻⁷	4,343*E ⁻⁷
50	38	48	0,1513	0,1028	8,483*E ⁻⁷	5,763*E ⁻⁷
60	53	62	0,0843	0,0570	8,167*E ⁻⁷	5,522*E ⁻⁷
70	62	72	0,0570	0,0329	8,769*E ⁻⁷	5,061*E ⁻⁷
80	69	77	0,0395	0,0226	9,071*E ⁻⁷	5,190*E ⁻⁷
90	74	81	0,0286	0,0151	9,351*E ⁻⁷	4,937*E ⁻⁷

Vzorek 9 A: $m = 0,116 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	22	32	0,3037	0,1923	2,799*E ⁻⁷	1,773*E ⁻⁷
40	40	52	0,1400	0,0878	3,059*E ⁻⁷	1,918*E ⁻⁷
50	56	64	0,0744	0,0517	3,174*E ⁻⁷	2,206*E ⁻⁷
60	68	73	0,0419	0,0307	3,090*E ⁻⁷	2,264*E ⁻⁷
70	74	78	0,0286	0,0206	3,349*E ⁻⁷	2,412*E ⁻⁷
80	78	82	0,0206	0,0133	3,601*E ⁻⁷	2,325*E ⁻⁷
90	80	83	0,0169	0,0115	4,206*E ⁻⁷	2,862*E ⁻⁷

Vzorek 9 B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	24	35	0,2746	0,1703	2,531*E ⁻⁷	1,570*E ⁻⁷
40	46	56	0,1111	0,0744	2,427*E ⁻⁷	1,626*E ⁻⁷
50	59	69	0,0654	0,0395	2,791*E ⁻⁷	1,686*E ⁻⁷
60	67	75	0,0442	0,0266	3,259*E ⁻⁷	1,961*E ⁻⁷
70	73	78	0,0307	0,0206	3,595*E ⁻⁷	2,412*E ⁻⁷
80	77	81	0,0206	0,0151	3,950*E ⁻⁷	2,639*E ⁻⁷
90	79	82	0,0187	0,0133	4,654*E ⁻⁷	3,310*E ⁻⁷

Vzorek 9 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	22	38	0,3037	0,1513	2,799*E ⁻⁷	1,395*E ⁻⁷
40	46	58	0,1111	0,0683	2,427*E ⁻⁷	1,492*E ⁻⁷
50	60	70	0,0625	0,0373	2,667*E ⁻⁷	1,592*E ⁻⁷
60	69	75	0,0395	0,0266	2,913*E ⁻⁷	1,961*E ⁻⁷
70	75	78	0,0266	0,0206	3,115*E ⁻⁷	2,412*E ⁻⁷
80	78	81	0,0206	0,0151	3,601*E ⁻⁷	2,639*E ⁻⁷
90	80	83	0,0169	0,0115	4,206*E ⁻⁷	2,862*E ⁻⁷

Vzorek 10 A: $m = 0,1157 \text{ kg.m}^{-2}$

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	25	37	0,2671	0,1573	2,406*E ⁻⁷	1,446*E ⁻⁷
40	45	59	0,1155	0,0654	2,517*E ⁻⁷	1,425*E ⁻⁷
50	61	71	0,0597	0,0350	2,541*E ⁻⁷	1,490*E ⁻⁷
60	70	78	0,0373	0,0206	2,743*E ⁻⁷	1,515*E ⁻⁷
70	76	82	0,0246	0,0133	2,873*E ⁻⁷	1,553*E ⁻⁷
80	79	84	0,0187	0,0098	3,260*E ⁻⁷	1,709*E ⁻⁷
90	81	85	0,0151	0,0081	3,748*E ⁻⁷	2,011*E ⁻⁷

Vzorek 10 B:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	23	34	0,2886	0,1772	2,653*E ⁻⁷	1,629*E ⁻⁷
40	46	60	0,1111	0,0625	2,421*E ⁻⁷	1,362*E ⁻⁷
50	62	72	0,0570	0,0329	2,426*E ⁻⁷	1,400*E ⁻⁷
60	71	78	0,0350	0,0206	2,574*E ⁻⁷	1,515*E ⁻⁷
70	77	82	0,0226	0,0133	2,640*E ⁻⁷	1,553*E ⁻⁷
80	80	84	0,0169	0,0098	2,946*E ⁻⁷	1,709*E ⁻⁷
90	82	85	0,0133	0,0081	3,301*E ⁻⁷	2,011*E ⁻⁷

Vzorek 10 C:

l [mm]	$\alpha [^\circ]$ osnova	$\alpha [^\circ]$ útek	K osnova	K útek	T osnova [N.m ²]	T útek [N.m ²]
30	23	37	0,2886	0,1573	2,653*E ⁻⁷	1,446*E ⁻⁷
40	48	57	0,1028	0,0713	2,240*E ⁻⁷	1,554*E ⁻⁷
50	63	70	0,0543	0,0373	2,311*E ⁻⁷	1,588*E ⁻⁷
60	73	78	0,0307	0,0206	2,258*E ⁻⁷	1,515*E ⁻⁷
70	78	81	0,0206	0,0151	2,406*E ⁻⁷	1,764*E ⁻⁷
80	81	83	0,0151	0,0115	2,633*E ⁻⁷	2,005*E ⁻⁷
90	83	85	0,0115	0,0081	2,855*E ⁻⁷	2,011*E ⁻⁷